

**MTTK**

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Tiedote 21/85**

**TADEUSZ ANISZEWSKI**  
Keski-Suomen tutkimusasema

**Lupiini viljelykasvina**

**JOKIOINEN 1985**  
**ISSN 0359-7652**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 21/85

Tadeusz Aniszewski

LUPIINI VILJELY KASVINA

Keski-Suomen tutkimusasema

41340 LAUKAA

(941-633740)

ISSN 0359-7652

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ / SUMMARY / PE3HME	
0. JOHDANTO	1
1. LUPIININ VILJELYHISTORIA	2
1.1. Geenikeskukset	3
1.2. Lupiinin viljely vanhalla ja keskiajalla	6
1.3. Lupiinin viljely 1800- ja 1900-luvulla	8
2. LUPIININ TUTKIMUS- JA JALOSTUSHISTORIA	11
2.1. Tutkimus vanhalla ja keskiajalla	11
2.2. Tutkimukset 1700- ja 1800-luvulla	13
2.3. Tutkimus ja jalostus 1900-luvulla	16
3. LUPIININ BOTAANINEN KUVAUS	21
3.1. Lupiinin lajiston moninaisuus	22
3.1.1. <i>Lupinus angustifolius</i> L.	23
3.1.2. <i>Lupinus luteus</i> L.	27
3.1.3. <i>Lupinus albus</i> L.	31
3.1.4. <i>Lupinus pilosus</i> L.	33
3.1.5. <i>Lupinus polyphyllus</i> L.	35
3.1.6. <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.	36
3.1.7. <i>Lupinus elegans</i> H.B.K.	37
3.1.8. <i>Lupinus albococcineus</i> Hort.	38
3.1.9. <i>Lupinus succulentus</i> Dougl.	38
3.2. Lupiinilajikkeet	39
4. LUPIININ KEMIAALLINEN KOOSTUMUS	45
4.1. Tuhka	45
4.1.1. Juuri	45
4.1.2. Varsi	45
4.1.3. Siemen	46
4.2. Valkuainen	46
4.2.1. Konglutiini	47
4.2.2. Aminohapot	50
4.3. Rasvat	53
4.4. Kuitu	56
4.5. Typettömät yhdisteet	57
4.6. Alkaloidit	58

5. LUPIININ KASVUTEKIJÄT	67
5.1. Kasvuajan pituus	67
5.2. Lämpötila	69
5.3. Valo	71
5.4. Maalaji	72
5.5. Kosteus	72
5.6. Happamuus	75
5.7. Ravinteet	77
5.8. Nystyräbakteerit	82
6. LUPIININ SATO JA SEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	84
6.1. Vihersato	85
6.1.1. Vihersato rehuna	85
6.1.2. Vihersato vihantalannoituksessa	87
6.1.3. Vihersato kompostoinnissa	88
6.2. Siemensato	89
6.2.1. Sadon määrä ja siihen vaikuttavat tekijät	89
6.2.2. Siemenet ruokinnassa	90
6.2.3. Siemenet ihmisravintona	92
6.2.4. Siemenet orgaanisessa lannoituksessa	97
6.2.5. Kylvösiementen saanti	97
7. LUPIININ VAIKUTUS KASVUALUSTAAN	98
7.1. Typen kerääntyminen	98
7.2. Happamuuden vähentyminen	98
7.3. Juuret maan kuohkeuttajina	99
7.4. "Lupiinikesanto"	102
8. LUPIININ MERKITYS VILJELYKIERROSSA	102
9. LUPIININ VILJELYTEKNIikka	105
9.1. Kylvö	105
9.1.1. Siementen peittäus	105
9.1.2. Jarovisointi	106
9.1.3. Siementen ympäys	109
9.1.4. Kylvöaika	110
9.1.5. Kylvömäärä	110
9.1.6. Seoskylvö	112

9.2. Lannoitus	113
9.3. Rikkaruohon torjunta	115
9.4. Defoliaatio	116
9.5. Sadonkorjuu	116
9.6. Aitouden ylläpitäminen	117
PÄÄTELMÄT	118
LÄHTEET	122

## TIIVISTELMÄ

Lupiini on yksi maapallomme vanhimmista viljelykasveista. Sen pitkä viljelyhistoria (n.3000 vuotta) on vaikuttanut siten, että tutkimus- ja jalostustyö ovat erittäin pitkälle edistyneitä. Lupiinilla on myös laaja ja monipuolinen käyttö. Viljelykasvina on tunnettu laajalti vain 5 lajia 451 Lupinus-sukuun kuuluvasta lajista. Kolme niistä on eurooppalaisesta geenikeskuksesta (Lupinus angustifolius L., Lupinus luteus L., Lupinus albus L.) ja kaksi amerikkalaisesta geenikeskuksesta (Lupinus polyphyllus L., Lupinus mutabilis Sweet.). Lupiinien lajikkeiden määrä on moninainen. Erityisen paljon on jalostettu kolmen ensimmäisen lajin lajikkeita Neuvostoliitossa, Saksassa (DDR:ssä ja BRD:ssä), Puolassa, Australiassa ja Uudessa Seelannissa.

Lupiini kilpailee valkuaistuotannossa hyvin muiden viljapalkokasvien kanssa. Sen valkuaisessa on paljon lysiinihappoa. Metioniinin niukkuus ja suhteellisen iso kysteiinipitoisuus takaa sen, että lupiini sopii hyvin yhteen rehuviljan kanssa. Aminohappojen suhteen Lupinus mutabilis, Lupinus albus ja Lupinus luteus ovat soijan kanssa tasaväkisiä, kun taas Lupinus angustifolius jää heikommaksi. Monien tutkimusten perusteella voidaan todeta, että lupiinin siementen raakavalkuaispitoisuus voi olla 20 - 72 %:n tasoilla ja siementen raakavalkuaissato jopa 1500 kg/ha. Vihermassan sato antaa isomman raakavalkuaissadon.

Lupiinin huonona puolena pidetään yleensä sen alkaloidipitoisuutta. Lupiinissa on eräiden tutkimusten mukaan jopa 27 eri alkaloidia. Ei ole kuitenkaan perusteltua pitää lupiinia pelkästään alkaloidien takia muita palkokasveja huonompana. Viimeisimpien tutkimusten mukaan Lupinus albus ja Lupinus angustifolius ovat täysin vapaita trypsiini-inhibiittoreista. Muissa viljelylupiineissa niitä on niukasti (alle 0.5 mg/g). Eniten trypsiini-inhibiittoreita on Glycine max.:ssa (26.2 mg/g), Pisum sativumissa (2 - 3.5 mg/g), Vicia fabassa (2.7 mg/g). Trypsiini-inhibiittorin poistetaan yleisesti lämpökäsittelyllä. Tätä ei tarvitse tehdä lupiinille.

Lupiini on vaatimaton viljelykasvi. Se ei tarvitse kovin paljon lämpöä valkuaistuotantoonsa (vuorokausien  $\bar{x}$ -lämpötilan summa ei kuitenkaan voi olla alle 1427<sup>o</sup>C) ja kasvuaika lajista ja lajikkeesta riippuen on 90-150 päivää.

Lupiini kestää hyvin alhaisia lämpötiloja, mikä on palkokasveille harvinaista. Lupinus angustifolius kestää miinus seitsemän asteen kylmyyttä. Amerikkalaisten tiedemiesten mukaan tämän lajin eräs villimuoto kestää jopa 16 pakkasastetta. Lisäksi happamuuden sietokyky sekä viihtyminen ravintoköyhässä maassa ovat seikkoja, jotka antavat lupiinille erikois- aseman viljelykasvina.

Tässä tiedotteessa lupiinia on kuvattu lähinnä eri tutkimusten näkökulmasta. Lupiinin viljelymahdollisuudet ovat nyt paremmat kuin vielä 10-20 vuotta sitten. Työn tärkein johtopäätelmä on se, että myös Suomessa kannattaa tutkia perusteellisesti sen viljelymahdollisuudet.

## SUMMARY

Lupin is one of the oldest cultivated plants on earth. Thanks to its long history of cultivating, research and plant breeding of lupin are far advanced. Moreover, its use is wide and varied.

As cultivated plants, only 5 of the total of 451 species belonging to the genus Lupinus are more widely known. Three of them come from a European gene centre (Lupinus angustifolius L., Lupinus luteus L., Lupinus albus L.), and two from an American gene centre (Lupinus polyphyllus L., Lupinus mutabilis L.). Lupins have a number of cultivars. Cultivars from the three first mentioned species are especially strongly bred in Soviet Union, Germany (both DDR and BRD), Poland, Australia and New Zealand.

In protein production lupin is well able to compete with other grain legums. Its protein contains plenty of lysine acid. The low methionine content and the relatively high cysteine content guarantee that lupine suits very well to be utilized together with fodder grain.

As to amine acids, Lupinus mutabilis, Lupinus albus ja Lupinus luteus are a match for soya, whereas Lupinus angustifolius is not as good. Several researches show us that the crude proteine content of lupine seed can vary on the level of 20 - 72 per cent and the crude proteine yield even 1500 kilograms per hectare. Green yield gives a bigger crude proteine yield.

Lupin's alcaloid content is often considered to be a disadvantage. According to certain researches there are as many as 27 different alcaloids in lupin. However, it is not justified to consider lupine less good than other legums merely because of alcaloids. The latest research shows that Lupinus albus and Lupinus angustifolius are entirely free from trypsin inhibitors, and the rest of the cultivated lupins contain only little (less than 0.5 mg/gr). The highest amounts of trypsin inhibitors are found in Glycine max. (26.2 mg/g), Pisum sativum (2 - 3.5 mg/g), Vicia faba (2.7 mg/gr). The trypsin inhibitors are generally removed by heat treatment. There is no need to do this to lupin.

Lupin is a modest plant. Its proteine production does not require much warmth (the sum of daily x temperatures must not, however, be less than 1427°C), and the period of growth is 90 - 150 days, depending on species and cultivar.

Lupine endures very low temperatures, which is very unusual as far as legums are concerned. Lupinus angustifolius endures minus seven degrees centigrade. According to American scientists, a wild form of this species even endures minus 16 degrees. Besides, acidity tolerance and the fact that lupin grows well in manure poor soil give lupine a special significance as a cultivated plant.

In this report, lupin has mostly been described from the viewpoint of various researches. The possibilities to cultivate lupin are today better than 10 - 20 years ago. The most significant conclusion is that it will be profitable to study with care how to cultivate it in Finland as well.

## JOHDANTO

Valkuaistuotanto ja biologinen typen sidonta ovat nykymaatalouden kehityksen kannalta erittäin tärkeitä tutkimuskohteita. Varsinkin meillä Suomessa on tieteen tehtävänä juuri tällä hetkellä löytää sellaisia uusia tuotantomuotoja, jotka eivät johdu ylituotanto-ongelman kasvuun, vaan esittelevät erilaisia vaihtoehtoja. Nämä käytännön seikat ovat suoraan vaikuttaneet myös tämän työn tutkimuskohteen valintaan.

Tiedotteessa kuvataan lupiinia viljelykasvina. Alunperin tutkimussuunnitelmaan kuului myös kokeellinen osa, jonka piti antaa konkreettista tietoa lupiinin viljelymahdollisuuksista Suomessa. Ulkomailla lupiinin viljelymahdollisuuksia on tutkittu kokeellisesti hyvin laajalti. Tässä työssä keskitytään kuitenkin vain teoria- ja taustan selvittämiseen, sillä vuoteen 1985 mennessä Suomessa suoritettu kokeellinen lupiinitutkimus ei oikeuta vielä yleistysten tekemiseen.

Tämä tutkimus on suora jatko vuonna 1984 ilmestyneelle Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedotteelle 7/84, jossa käsiteltiin lupiinia viherlannoituskasvina. Työ perustuu kirjallisuustutkimukseen, jonka avulla pyritään kuvaamaan lupiinia analyttis-synteettisen sekä deskriptiivisen menetelmän avulla. Lupiinin viljelyn mahdollisuuksia Suomessa tullaan empiirisesti analysoimaan eri työssä!

Parhaat kiitokseni esitän Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitoksen esimiehelle, prof. Eero Varikselle hänen antamistaan neuvoista. MMK Paavo Simojokea kiitän hänen avusta ja kiinnostuksestaan tätä työtä kohtaan. Maa- ja metsätalousministeriön Kansainvälisten asiain toimisto on tukenut työn valmistumista järjestämällä ja rahoittamalla opintomatkan ulkomaille. Tästä lausun parhaimmat kiitokset. Suomen kielen on tarkistanut ja korjannut FL Marjatta Vanhala-Aniszewski, jolle osoitan erityiset kiitokset. Luonnollisesti työn mahdolliset puutteet ja epähuomiot ovat minun vastuullani.



## 1. LUPIININ VILJELYHISTORIA

Tuhätvuotiset perimätiedot, vanhat filosofiset teokset, kirjalliset muistiinpanot ja nykytiede osoittavat, että ihminen on ikimuistoisista ajoista käyttänyt lupiinia hyväksensä. Lupiinia pidetään yhtenä maapallomme vanhimmista hyöty- ja viljelykasveista. Tästä huolimatta n. 3000 vuotta sen viljelyn arvioitun aloittamisen jälkeen, tiede ei ole kyennyt selvittämään lupiinin todellista alkuperää tyhjentävästi.

Historiaan jäävät edelleen tiedot alkuviljelystä, sen alueista, lupiinin muunnoksista ja todellinen aika, mikä kului siitä kun lupiini kehittyi villikasvista viljelykasviksi. Sen, että tiedetään suhteellisen paljon lupiinin viljelyhistoriasta, mutta vähän sen alkuperästä, N.A. MAJSURJAN tulkitsee seuraavalla tavalla: lupiini oli merkittävä viljelykasvi jo silloin, kun ihminen ei kyennyt vielä esittämään tästä todisteita. Neuvostoliittolaisen akateemikon mukaan lupiinin syntymäaika ja -paikka viljelykasvina liittyvät todennäköisesti ihmisen kehityshistorian alkuvaiheisiin (MAJSURJAN 1962 a).

ŽUKOVSKIIn (1950) teoksessa "Viljelykasvit ja niiden viljelymuodot" todetaan, että hyvin monien viljelykasvien maantieteellinen viljelyalue poikkeaa niiden vastaavien villimuotojen kasvialueesta. Sekä ŽUKOVSKIJ että myöhemmin MAJSURJAN pitävät lupiinia tässä suhteessa p o i k k e a v a n a k a s v i n a (kursiivi ja alleviivaus minun - T.A.)(ŽUKOVSKIJ 1950; MAJSURJAN 1962 b).

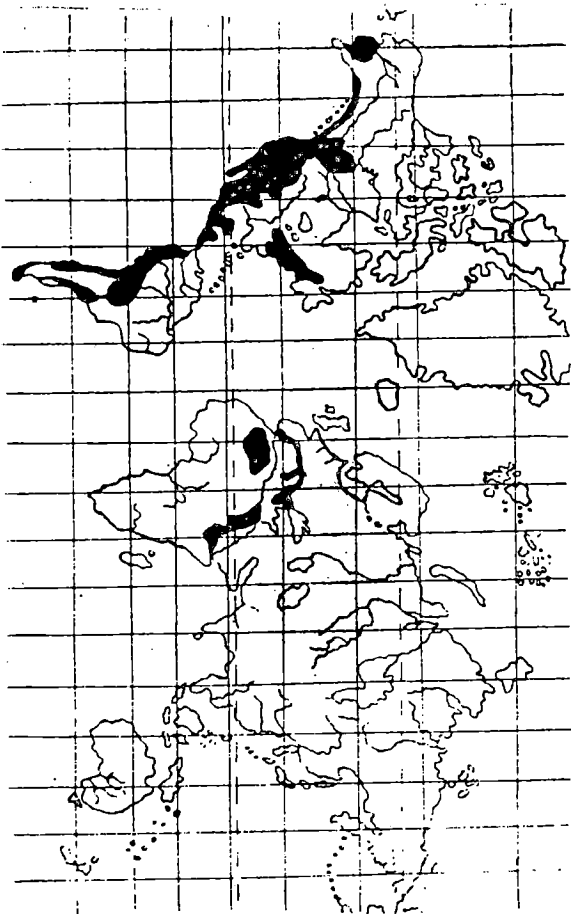
Lupiinin pitkästä viljelyhistoriasta ja sen vielä tuntemattomasta alkuperästä huolimatta viljelylupiinilla on omat villimuotonsa tänäkin päivänä. STEPANOVA(1969) huomauttaa, että lupiinin villimuotojen vertailun perusteella on mahdollista tehdä johtopäätöksiä luontaisesta muutoksesta ja viljellyn lupiinin syntymävaiheesta.

### 1.1. Geenikeskukset

Lupiinilla on kaksi geenikeskusta. Toinen on itäisellä ja toinen läntisellä pallonpuoliskolla. Tätä mieltä ovat yleensä kaikki tutkijat. (WINCKEL 1920; ŽUKOVSKIJ 1929, 1950; SMITH 1938-1952; ŠARAPOV 1949; BARBACKI 1952, 1959; HACKBARTH 1961; ATABEKOVA 1962; MAJSURJAN 1962 a; STUCZYNSKA 1968; STEPANOVA 1969). LINNÉ ensimmäistä kertaa teoksessaan "Species Plantarum" vuodelta 1753 antoi itäiseen geenikeskukseen kuuluvien lupiinien lisäksi kuvauksen Lupinus perennis, joka kasvaa luonnonvaraisena Pohjois-Amerikassa. Tämä antoi alan kirjallisuudessa aiheen suorittaa em. jako itäiseen ja läntiseen geenikeskukseen. Termi "geenikeskus" sen sijaan on syntynyt vasta tällä vuosisadalla ja se on lähtöisin akateemikko Vavilovilta.

Itäinen geenikeskus l. Välimeren alue käsittää 11 lajia ja läntinen geenikeskus eli Väli-, Etelä- ja Pohjois-Amerikan alue käsittää 440 lajia. Tutkijoiden kesken on ollut erimielisyyttä siitä, missä sijaitsevat molempien geenikeskusten p r i m ä ä r i s e t k e s k u k s e t. Todennäköisesti lupiinin itäisen geenikeskuksen primäärinen kotimaa on joko Egypti tai Kreikka. Egyptiä lupiinin primäärisenä kotimaana on korostanut ALFONSE DE CANDOLLE (1883) teoksessaan "Origine de plantes cultivées". Akateemikko MAJSURJAN osoittaa mielenkiintoisessa tutkimuksessaan sen, että lupiinin primääri kotimaa on Kreikka, josta se vasta myöhemmin on levinnyt Egyptiin, eli juuri päinvastoin kuin ALFONSE DE CANDOLLE tarkasteli asiaa (MAJSURJAN 1962 a).

Pirros 1. Lupiinin geenikeskukset  
(Lähde: ŠARAPOV (1949), BARBACKI (1952))



Sen sijaan läntisen geenikeskuksen primäärisenä alkuperämaana pidetään Perua ja Yhdysvaltoja. Amerikassa lupiinin villilajeja esiintyy koko intiaanien historiallisesti asut-  
tamilla alueilla etelästä pohjoiseen. Peru on Lupinus mutabilis Sweetin alkuperämaa. Yksistään Perussa kasvaa noin 145 lupiinilajia. Yhdysvaltain Kalifornia on Lupinus polyphyllus Lindlin kotimaa (MAJSURJAN 1962<sup>a</sup>, STEPANOVA 1969).

Itäisestä geenikeskuksesta olevat lupiinit kuuluvat yksi-  
vuotisiin lajeihin. On olemassa vain yksi lupiinin laji,  
joka tekee tästä poikkeuksen ja se on Afrikan itärannikol-  
la kasvava monivuotinen Lupinus somaliensis (ATABEKOVA  
1962). Kaikki lupiinin lajit esiintyvät myös villi-  
muotoisina itäisen geenikeskuksen alueella. Välimeren lu-  
piinit ovat: Lupinus angustifolius, Lupinus albus, Lupinus  
luteus, Lupinus hirsutus, Lupinus pilosus, Lupinus palaes-  
tinus, Lupinus somaliensis, Lupinus digitatus, Lupinus  
graecus, Lupinus termis ja Lupinus reticulatus (ATABEKOVA  
1962; STEPANOVA 1969). Täydellisen lajien kuvauksen itäisen  
geenikeskuksen lupiineista esitti ensimmäisenä EDMOND BOIS-  
SIER (1872).

Edellä mainitut lajit kasvavat luonnonvaraisesti (villi-  
muotoina) Kreikassa, Egyptissä, Portugalissa, Syyriassa  
ja Etiopiassa (STEPANOVA 1969; ATABEKOVA 1962). Yhteinen piirre  
kaikille itäisen keskuksen lupiineille on suhteellisen koo-  
kas siemen, mikä seikka on myös peruslähtökohta lupiinien  
alkuperän määrittämisessä.

Läntiseen geenikeskukseen kuuluvat lupiinit ovat monilajisia ja periaatteessa monivuotisia, mikä erottaa ne itäisistä lupiineista. Amerikkalaista alkuperää olevilla lupiineilla on pienet ja mustat siemenet. Poikkeuksen muodostaa Lupinus mutabilis Sweet, jossa on suuri, valkoinen siemen ja sen muut ominaisuudet muistuttavat itäistä Lupinus albus -lupiinia (MAJSURJAN 1962a, STEPANOVA 1969).

On mielenkiintoista, että Lupinus mutabilis Sweet on ainoa amerikkalainen lupiini, jolla ei ole villilupiinin merkkejä. Vaikka se on melkein samanlainen kuin Lupinus albus, sillä ei ole mitään yhteistä valkolupiinin alkuperän kanssa. Tutkijat ovat sitä mieltä, että analogiset kehitykset viljelyssä ja luonnonvaraisessa kehityksessä ovat havaittavissa molemmissa lupiinin lajeissa. Akateemikko MAJSURJAN korostaa, että Lupinus mutabilis on alkuperältään hybridinen (MAJSURJAN 1962 a). Lupiinien villimuodot kasvavat lähes koko Amerikan mantereella Chilestä Kanadaan.

Kaikista 440 amerikkalaisen lupiinin lajista kuuluisimpia ovat Lupinus polyphyllus Lindl. (Lupinus macrophyllus Benth.), jo aikaisemmin mainittu Lupinus mutabilis, Lupinus ornatus Dougl. (Lupinus Barkeri Lindl.), Lupinus pubescens Benth., Lupinus subcarnosus Hook, Lupinus hilarianus, Lupinus hirsutissimus, Lupinus densiflorus, Lupinus elegans H.B.K., Lupinus albococcineus Hort. (ATABEKOVA 1962; MAJSURJAN 1962 a,b). Amerikkalaista alkuperää olevia lajeja on erityisesti kuvannut DOUGLAS (1828-1861), BENTHAM (1833-1859), WATSON (1873), HELLER (1905 a ja 1905 b), SMITH (1918-1924, 1938-1954).

## 1.2. Lupiinin viljely vanhalla ja keskiajalla

Lupiinia (Lupinus termis) viljeltiin Egyptissä jo 947-745 vuotta e.Kr. Kuitenkin lupiini tunnettiin jo aikaisemmin, sillä Lupinus digitatus viljeltiin siellä jo 2000 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Lupinus digitatus esiintyi rikkaruohona Lupinus termis-viljelyssä. Tästä johtuu hypoteesi, jonka mukaan Lupinus termisä viljeltiin Egyptissä (MAJSURJAN 1962 a).

On edelleen epävarmaa, tuliko lupiini Egyptiin alunperin Kreikasta. Alan tieteellisessä kirjallisuudessa vallitsee yleinen mielipide, että lupiini kuuluu alkuperältään kreikkalaiseen kulttuuripiiriin. Millä tavalla ja milloin lupiini sitten tuli Egyptiin, on vaikea todistaa. Lisävaikeutena on se, että Kreikasta löydetyt lupiinin viljelyä koskevat todisteet ovat peräisin ajalta vasta 350 vuotta ennen ajanlaskumme alkua. Lupiinin alkuperäinen nimi on kreikkalaista perua. Aikojen myötä on nimen suhteen tehty varsin poikkeavia ja vääriä johtopäätöksiä. Mm. tätä seikkaa käsittelee BECKER (1929) teoksessaan, samoin kuin PITKÄNEN (ANON.). Kreikan ja Egyptin lisäksi lupiinia viljeltiin paljon myös muinais-Roomassa.

Tarkkaan ei tiedetä, mihin kreikkalaiset ja egyptiläiset käyttivät lupiinia. Kuitenkin on kyetty osoittamaan, että kreikkalaiset lääkärit käyttivät lupiinia lääkkeenä.

DIOSCORIDES teoksessaan "De materia medica" neuvoi, että lupiinia voidaan käyttää vatsasairauksien parantamiseen ja ulkoisesti ihosairauksiin. Sama lääkäri neuvoi, että lupiinin juurien keittämisestä saatua vettä voidaan käyttää virtsan kulun nopeuttamiseen (ref. BARBACKI 1952). Mahdollisesti lupiinia viljeltiin myös eläinten ja ihmisten ravinnoksi sekä viherlannoitusta varten. Tällaiseen

tarkoitukseen sitä käytettiin muinais-Roomassa, jossa lupiinilla viljelykasvina oli todella merkittävä asema. Saatavana oli jo silloin pitkälle kehittyneitä lupiinia käsittelyä maatalouskirjallisuutta, jossa neuvottiin sen viljelyä ja käyttöä. PALLADIUS ja PLINIUS kirjoittavat lupiinin viljelyksestä viherlannoitteeksi ja CATTO eläinten ruokintaan. COLUMELLA tarkastelee lupiinin käyttöä ihmisravintona, VARRO yleisesti lupiinin viljelyä ja DIOKLETARI lupiinin viljelykustannuksia (ref. BARBACKI 1952; MAJSURJAN 1962 a).

BARBACKI (1952) on sitä mieltä, että vanhalla ajalla Roomassa viljeltiin vain Lupinus albusta. MAJSURJAN (1962<sub>a</sub>) puolestaan on korostanut, että ko. aikana viljeltiin myös Lupinus hirsutusta ja Lupinus angustifoliusta. MAJSURJANin väitteessä on uutta se, että hän totesi Lupinus angustifoliusta viljellyn jo muinais-Roomassa. Hänen mielestään Dioscorides käytti nimenomaan sinilupii-  
nia. MAJSURJANia edeltäneet tutkijat olivat sitä mieltä, että sinilupii-  
nia ei viljelty vanhalla ajalla lainkaan.

Muinais-Roomasta lupiinin viljely levisi Ranskaan ja sieltä muualle Eurooppaan. Ranskaan kulkeutui Lupinus albus, jota käytettiin viherlannoitteena erityisesti viinirypäleen viljelyssä. Keski-ajalla Lupinus albusta viljeltiin Espanjassa ja Portugalissa, koko Välimeren rannikolla ja sieltä itään Mustaan mereen saakka. Jo tuolloin lupiinia viljeltiin myös Gruusiassa (MAJSURJAN 1962 a).

Keski-Euroopassa (lukuun ottamatta Ranskaa, jossa jo aikaisemmin) ensimmäiset tiedot lupiinista ovat 1200-luvulta, jolloin sitä käytettiin Saksassa lähinnä lääkekasvina. Ensimmäiset viljelykokeilut Saksassa tapahtuivat todennäköisesti 1500-luvun loppupuoliskolla. Lajina oli Lupinus albus.

Tarkoitus oli käyttää lupiinia lääketieteellisiin tarkoituksiin (MAJSURJAN 1962 a). Toisaalta on vaikea todeta, viljeltiinkö lupiinia myös johonkin muuhun tarkoitukseen. HOHLBERGIN kirjassa (1682) sanotaan suoraan, että Saksassa ei lupiinia viljellä suurella määrällä pelloilla vaan vain puutarhoissa. Peltoviljely alkoi Saksassa varsinaisesti vasta keisari Fredrik II aikana. Ensimmäiset tulokset olivat kuitenkin hyvin heikot. Lupiinin varsinainen läpimurto maatalouskasvina tapahtui vasta 1800-luvulla ja nimenomaan Saksassa. Poikkeuksen muodostavat LADOWSKIN (1783) tulokset ja hänen kehoituksensa viljellä lupiinia Puolassa. Sielläkin sinilupiiinisato onnistuttiin saamaan peltoviljelyssä vasta n. 70 vuotta myöhemmin ts. sen jälkeen, kun Saksassa oli saatu myönteiset tulokset lupiininviljelystä.

### 1.3. Lupiinin viljely 1800- ja 1900-luvulla

Vuodesta 1810 lähtien alettiin valkolupiinia viljellä Saksassa viherlannoitteeksi. Siementen tuonti oli silloin vielä välttämätöntä. Siihen oli syynä valkolupiinin myöhäisyys ja toisaalta arkuus Fusarium-sienitartuntaan (MAJSURJAN <sup>1962</sup> a). Tämä puolestaan nopeutti Saksan oloihin sopivan lupiinin löytymistä. Lopulta vuonna 1841 onnistuttiin keltalupiinin viljelyssä. Keltalupiinin viljely lisääntyi erittäin nopeasti Saksassa, kun todettiin sen sopivan lampaiden ruokintaan. Jo vuonna 1850 Saksassa ei enää viljelty valkolupiinia, vaan sen tilalle tuli keltalupiini (MAJSURJAN 1962 a). Nopeasti lisääntyi myös myöhemmin kehitetyn sinilupiinin viljely. 1800- ja 1900-luvun vaihteessa lupiinin viljelyala Saksassa oli kaikkiaan 400 000 ha. Seuraavan vuoden



aikana lupiinin viljely supistui siellä n. 200 000 ha:iin. Vuonna 1965 ala oli enää 20 000 ha (FAO 1974; HANELT 1960). FAO:n julkaisuissa on vuoden 1965 kohdalla merkitty vain DDR:n viljelyalue. Ko. julkaisut eivät sisällä tietoa lupiinituotannosta Saksan Liittotasavallassa. Viljelyn supistuminen johtuu siitä, että Saksassa väheni lampaiden tuotanto kun samanaikaisesti myös lisääntyi halvempien väkilannoitteiden valmistus ja käyttö. Tämä prosessi jatkui esimerkiksi DDR:ssä vielä 1960- ja 1970-luvulla. Vuonna 1974 siellä viljeltiin lupiinia n. 13 000 ha:lla (FAO 1974).

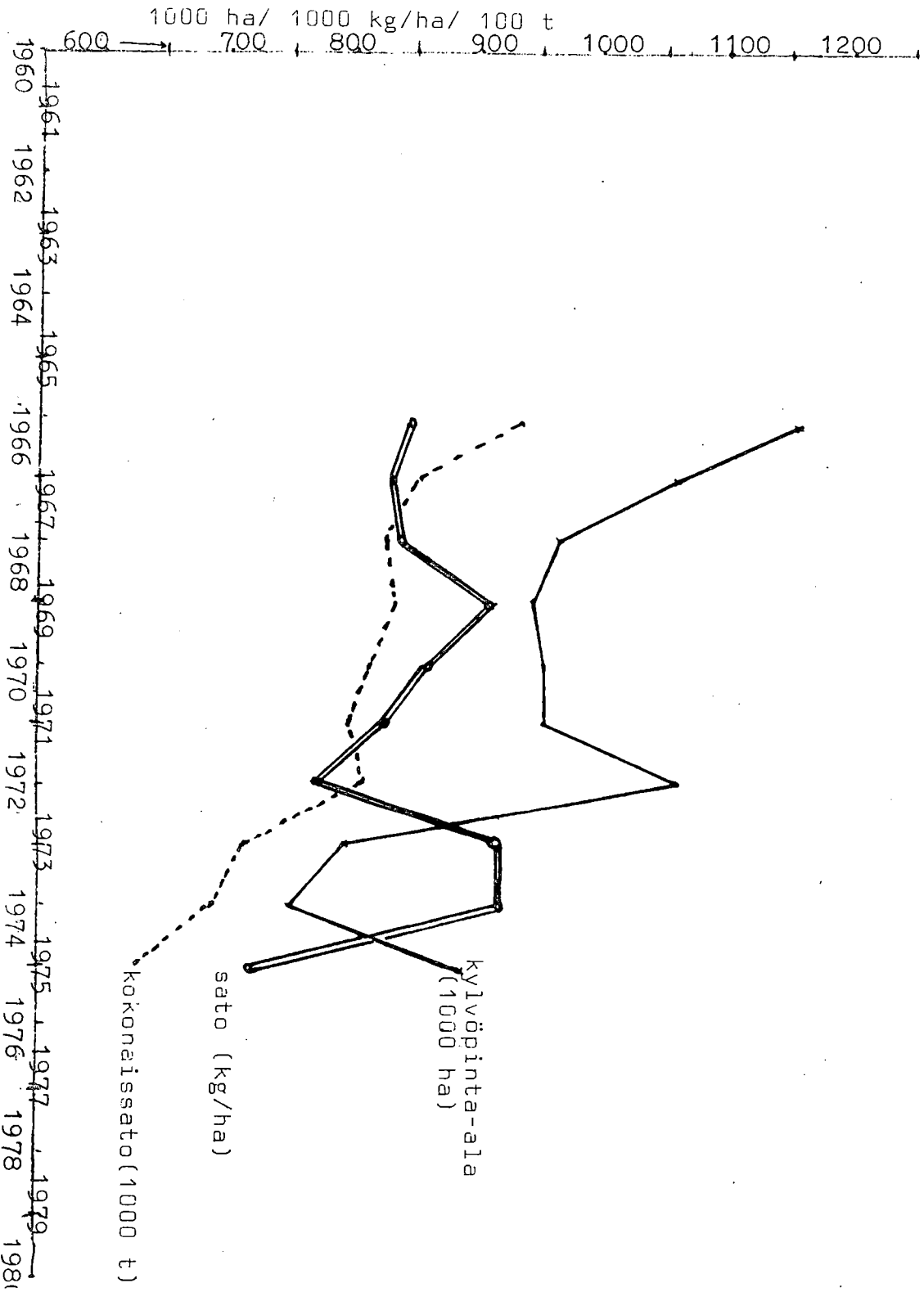
Lupiinin viljelyn myönteinen kehitys Saksassa vaikutti sen viljelyn leviämiseen muuallakin. Puolassa oli vuonna 1850 lupiinin viljely hyvin laajaa (GROPP & KETTE 1854). 1920-luvulla siellä viljeltiin lupiinia yli 400 000 ha:n alueella eli enemmän kuin Saksassa (BARBACKI 1952). On mielenkiintoista huomata, että 1920-luvulla lupiinin siemenviljelyssä oli Puolassa 170 000 ha. Ajan kuluessa Puolassakin on tapahtunut viljelypinta-alan supistumista. Tämä johtuu samoista syistä kuin Saksassa. 1960-luvulla Puolassa lupiinin viljelypinta-ala oli n. 150 000 ha. Vuonna 1974 Puolassa käytettiin lupiininviljelyyn 80 000 ha (FAO 1974).

Venäjällä ensimmäiset lupiinin viljelykokeilut tehtiin talonpoikien maatiloilla vasta v. 1905. 30 vuotta myöhemmin Neuvostoliitossa lupiinia viljeltiin 100 000 ha:n alueella, kun taas vuonna 1959 sen viljelypinta-ala oli jo 1 132 000 ha (MAJSURJAN 1962 a). Vähitellen lupiinin viljely kuitenkin väheni ja vuonna 1974 sen viljelypinta-ala oli enää 500 000 ha (FAO 1974).

Lupiinia viljellään Euroopassa eniten Neuvostoliitossa, Puolassa, Italiassa, DDR:ssä, Unkarissa, Espanjassa ja Kreikassa (GLADSTONES 1970, FAO 1974).

Vuonna 1974 Euroopassa Neuvostoliittoa lukuunottamatta viljellyn lupiinin pinta-ala oli vain 13,87 % koko maapal-

Piirros 2. LUPPIININ VILJELYPINTA-ALA, HEHTAARI- JA KOKONAIS SATO (FAO 1970, 1972, 1975)



(Aniszewski 1984)

lon lupiiniviljelysten pinta-alasta ja 16,8 % lupiinin kokonaistuotannosta (FAO 1974).

Maaailman suurin lupiinin tuottaja on, kuten jo mainittiin, Neuvostoliitto. Se tuottaa lupiinia 500 000 t/v (1974) eli sen sato muodostaa 66,7 % koko maailman lupiinituotannosta. Eurooppa ja NL vastaavat siten 81,3 %:sti koko maailman lupiinituotannosta. Australia ja Uusi Seelanti ovat Euroopan ulkopuolella suurimpia lupiinin tuottajia (n.100 000 t/v n. 120 000 ha:n alueella). Afrikassa merkittävimmät lupiinin viljelymaat ovat Etelä-Afrikka, Egypti ja Marokko. Yhteensä Afrikan osuus lupiinin kokonaistuotannosta on vain 3 %. On mielenkiintoista, että Etelä-Afrikassa lupiinin keskimääräinen sato on maailman pienin. Etelä-Afrikan osuus lupiinin kokonaistuotannosta on 1,7 % ja koko lupiinin viljelyssä olleesta pinta-alasta 14,0 %. Etelä-Amerikassa suurtuottajia ovat Peru ja Ecuador sekä Argentiina, joiden lupiinin keskimääräinen sato kuuluu maailman korkeimpiin. Etelä-Amerikan osuus kokonaisalasta ja tuotannosta on n. 0,5 % (FAO 1974, GLADSTONES 1970).

Lupiinia viljellään jonkin verran myös Ranskassa, Romaniassa, Turkissa, Yhdysvalloissa, Chilessä, Kanadassa, Ruotsissa ja Tanskassa (GLADSTONES 1970). Näiden maiden tuotanto alittaa 1000 t/v ja sen takia niiden tuotantoluvut puuttuvat FAO:n tiedoista.

## 2. LUPIININ TUTKIMUS- JA JALOSTUSHISTORIA

Jos lupiinin viljelyhistoria on pitkä, niin myös lupiini-tutkimusta on tehty ja kauan. Lupiini on otettu useasti viljelyyn mukaan, sen jälkeen se on taas hävinnyt viljelykasvien joukosta, mutta on tullut takaisin viljelyyn eri muodoissa tai eri tarkoituksiin. Esim. vanhalla ajalla lupiinia oli viljelty moniin tarkoituksiin, kun taas keskiajalla vain lääkekasvina. Sen viljely 1800-luvulla viherlannoitteenä on vain kreikkalaisten ja roomalaisten viljelytekniikan uudelleen käyttöön ottoa. Lupiinin tutkimus- ja jalostustyötä on tehty paljon eri aikoina ja eri maissa.

### 2.1. Tutkimus vanhalla ja keskiajalla

Ensimmäiset lupiinin tutkimukset ja kuvaukset kirjallisessa muodossa ovat peräisin Kreikasta. Näitä tutkimuksia ovat tehneet kreikkalaiset filosofit ja lääkärit. Teoksessaan "Ihmisen elintarvikkeista" HIPPOKRATES (v. 460-364 e.Kr.) piti lupiinia ihmisen hyvin merkittävänä ravintolähteenä ja parhaimpana kaikista palkokasveista. Hän korosti lupiinin sisällön merkitystä sekä sitä, että siitä sai helposti ihmiselle kelpavaa ravintoa. Myös lupiinin käyttöä kosmetiikan palveluksessa Hippokrates korosti (ref. MAJSURJAN 1962 a). Aristotelesin oppilas THEOPRASTUS (v. 375-289 e.Kr.) teoksissaan "Kasvien historia" ja "Kasvien fysiologia" kuvasi jo viljelytekniikkaa eri toimenpiteineen. Theoprast oli sitä mieltä, että lupiinin kylvö olisi suoritettava syksyllä, jotta taimet ehtivät hyvin nousta maasta ennen talven tuloa. Siementä ei saa kylvää suoraan puinnin jälkeen, sillä itävyys on silloin erittäin huono. Lupiinin viljelyn tarkoituksena oli vihantalannoitus. Lupiinia ei saanut leikata (korjata) ennen sadetta. Näin säilyi lupiinin siementen elinvoima kauan (ref. MAJSURJAN 1962 a).

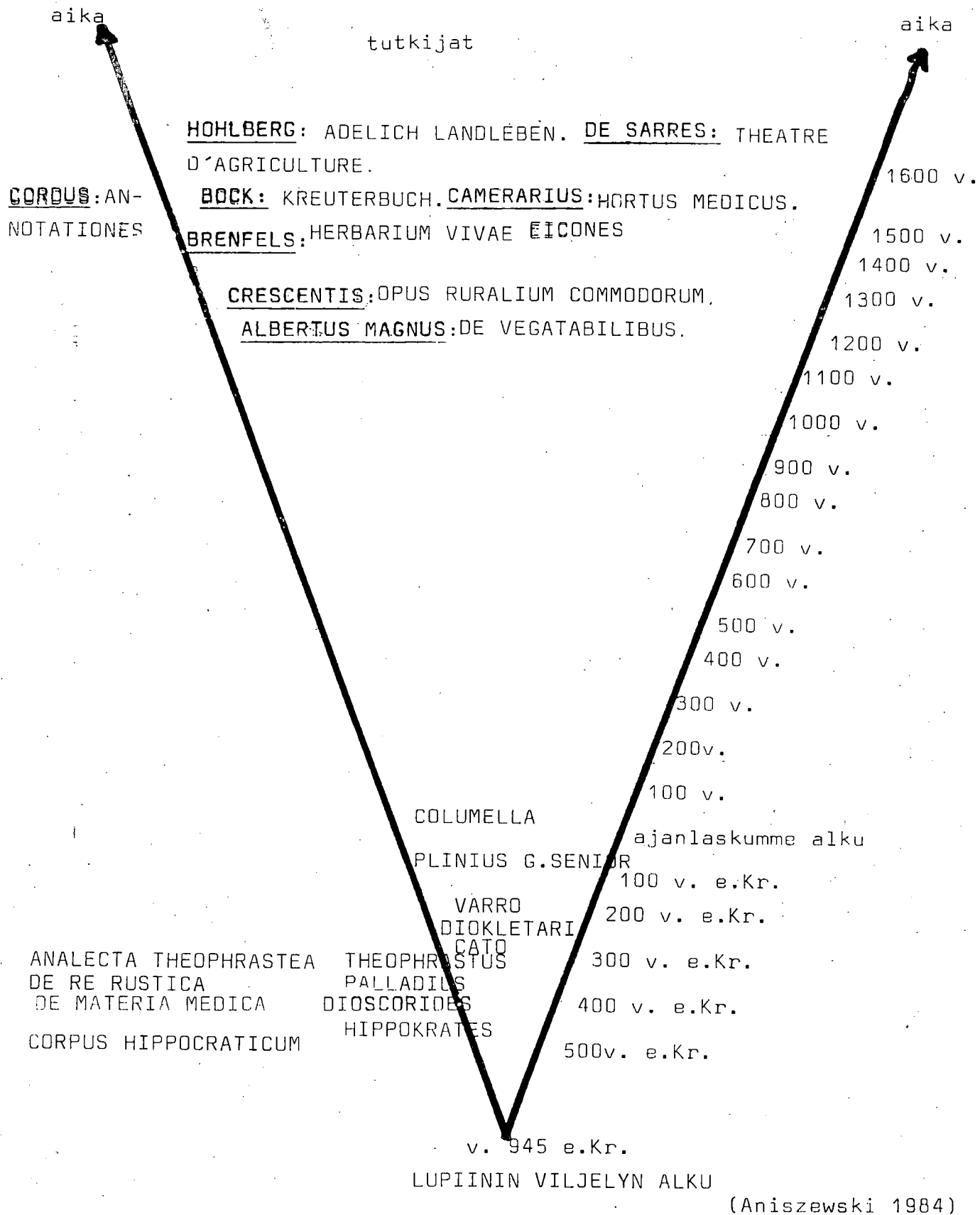
Muinais-Roomassa tutkittiin todella jo laajasti lupiinin viljelyä. Samoin sitä käsittelevää kirjallisuutta ilmestyi huomattavassa määrin. Sivulla 7 on mainittu, että merkittäviä tämän alan tutkijoita ovat olleet mm. CATO (v. 234-149 e.Kr.), VARRO (v. 116-27 e.Kr.), COLUMELLA (I vuosisata), PLINIUS G. Senior (v. 23-79 j.Kr.) ja PALLADIUS (4. vuosisata j.Kr.). PLINIUS teoksessaan "Luonnollinen historia" mainitsee usein, että pensaiden tai puiden lähelle istutettu lupiini lisää erittäin tehokkaasti näiden kasvua. Hänen mukaansa lupiinia kannattaa kylvää puutarhoihin viinirypäleviljelyksille elokuussa ja pelloille vasta syyskuussa. Maahan lupiini kaivetaan seuraavana vuonna toukokuun puoliväliin mennessä. PALLADIUS puolestaan opasti lupiinin käyttöä (siemeniä ja liuosta) 16 eri sairauden parantamiseen (ref. MAJSURJAN 1962 a).

Ensimmäiset lupiinin jäljet keskiajalta löytyvät PETRUS CRESCENTIKSIN kirjoituksesta "Opus ruralium commodorum", joka on peräisin vuodelta 1305. Kirja painettiin Saksassa vasta vuonna 1486 eli 181 vuotta sen jälkeen kun se oli kirjoitettu. Siinä on kuvattu lupiinin viljelyä vanhanajan asiantuntijoiden mukaisesti. CRESCENTIS mainitsee ensimmäistä kertaa, että lupiini on parempi lannoite kuin karjanlanta (ref. MAJSURJAN 1962 a).

Vuonna 1608 Pariisissa ilmestyneessä OLIVIER DE SARRESIN teoksessa "Theatre d'agriculture" on kuvattu hyvin tarkkaan Italiassa suoritettua lupiinin viljelyä viherlannoitteeksi. SERRES kuvasi erityisesti lupiinin hyötyä syysviljojen lannoitteena ja hän ensimmäisenä huomasi, että tämä kasvi varjostaa maata, torjuu rikkaruohoja ja vaikuttaa maan kosteuden pysyvyyteen.

Lupiinista lääkekasvina 1200-luvun Saksassa kertoo ALBERTUS MAGNUS teoksessaan "De vegetabilibus", OTTO BRENFELS v. 1530 ilmestyneessä kirjassaan "Herbarium vivae eicones" sekä HERONIMUS BOCK teoksessaan "Kreuterbuch". Tekijät olivat sitä mieltä, että lupiinista on enemmän hyötyä lääketieteelle (ref. MAJSURJAN 1962 a).

Piirros 3. LUPIININ TUTKIMUS VANHALLA JA KESKIAJALLA  
(Lähteet: MAJSURJAN (1962 a); OTAVA (1963); TIETOKESKUS  
(1977); VORLÄNDER (1911)).



Ensimmäisen kerran lupiinin nystyröistä on kirjoittanut V. CORDUS (1561) tutkimuksessaan "Annotationes". Kysymyksessä on capilla Palladiumentis nonnumquam tubercula adnascuntur. Myös CORDUS oli sitä mieltä, että lupiinia on mahdollista käyttää lääkkeenä (MAJSURJAN 1962 a).

On mainittava, että vasta keskiajalla ilmestyi teoksia, joissa niiden tekijät asettuvat selvästi lupiinin viljelyä vastaan. Esimerkiksi saksalainen lääkäri CAMERARIUS kirjassaan "Hortus Medicus" vuonna 1588 kirjoittaa, että lupiini ei tule kasvamaan Saksassa. Tämä mielipide valitsi Saksassa 94 vuotta. Vuonna 1682 WOLF HELMHARD HOHLBERG teoksessaan "Adelich Landleben" totesi lupiinin sopivan myös Saksassa peltoviljelyyn. Vasta 99 vuotta tämän jälkeen saksalaiset hylkäsivät kokeellisesti CAMERARIUKSEN teorian ja toteuttivat HOHLBERGIN esittämät ajatukset.

## 2.2. Tutkimukset 1700- ja 1800-luvulla

Lupiinin tutkimukset aloitettiin Saksassa v. 1781 Fredrik II:n määräyksestä. Kokeisiin otettiin mukaan Italiasta tuotu valkolupiini. Saadut tulokset eivät kuitenkaan olleet lupaavia (MAJSURJAN 1962 a).

Vuonna 1810 Saksassa aloitettiin uudelleen lupiinikokeilut. Tällä kerralla koekasvina oli Ranskasta tuotu valkoinen lupiini. Kokeet onnistuivat täydellisesti ja maanviljelijöitä kehoitettiin viljelemään valkolupiinia (MAJSURJAN 1962 a).

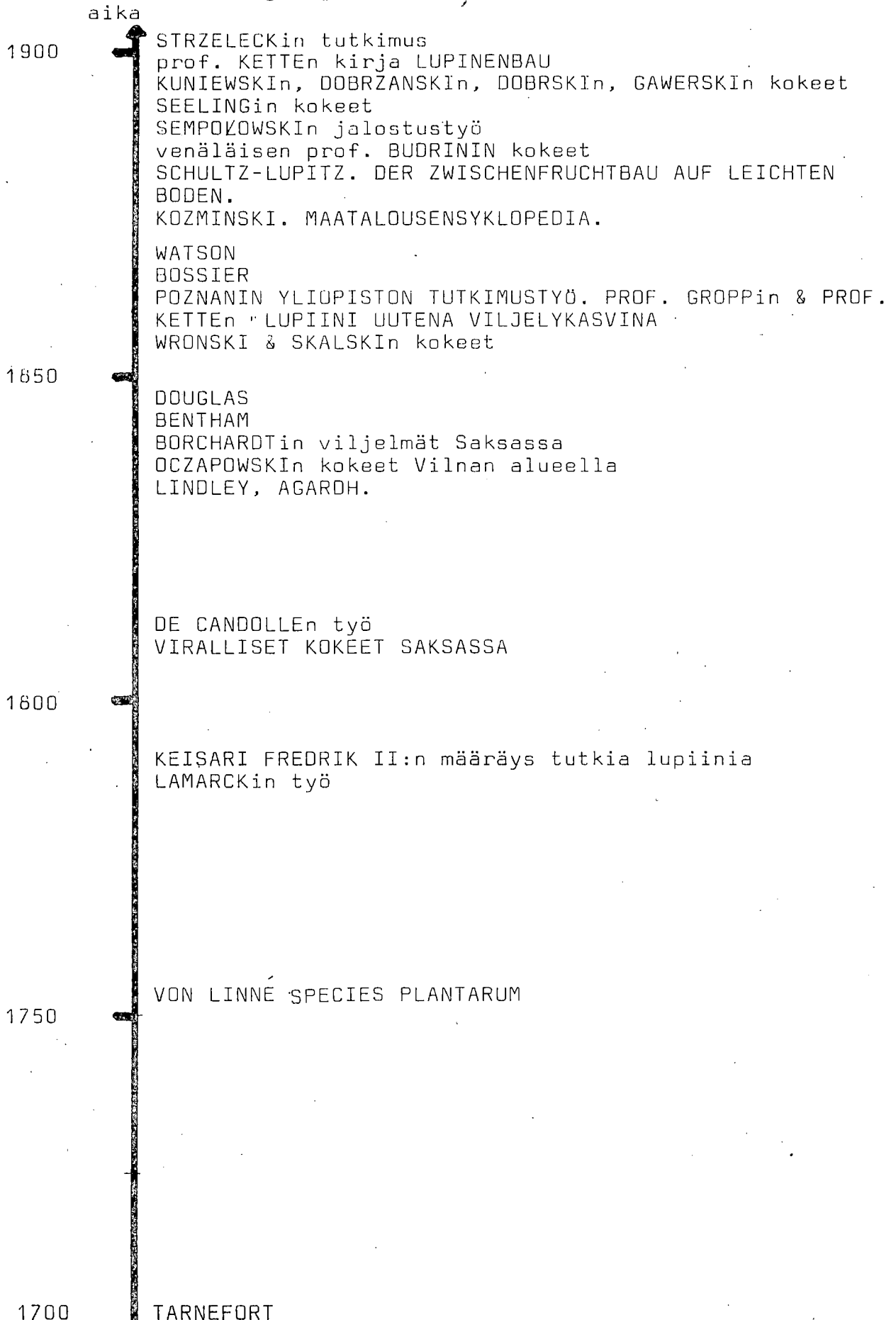
Kokeet jatkuivat edelleen. Vuonna 1841 maanviljelijä BORCHARD kokeili menestyksellisesti keltaista lupiinia. Noin 10 vuotta aikaisemmin tätä samaa lupiinia oli kokeillut Vilnan alueella puolalainen OCZAPOWSKI. Kokeet eivät silloin kuitenkaan tuottaneet hyvää tulosta, mutta lisäsivät kiinnostusta lupiinin viljelyyn, joka muutenkin oli Puolassa kasvamassa

Vuonna 1854 ilmestyi Poznanin yliopiston professorien GROPPin ja KETTEn teos "Kubin nowa roslina gospodarska" jossa neuvottiin keltaisen ja sinisen lupiinin viljelyä ja sen käyttöä viherlannoitteena ja rehuna. Tutkijat kuvaavat omia kokeitaan ja huomioitaan. He esittävät siementen kemiallisen koostumuksen ja kuvaavat tekemäänsä lampaiden ruokintakoetta. Tekijät kuvaavat myös lupiinin vaikutusta perunan viljelyyn. Juuri GROPP esitti hypoteesin, jonka mukaan lupiini suojelee perunaa sairauksilta ja tuholaisilta. KETTE taas pani merkille lupiinin sängen myönteisen vaikutuksen viljelykiertoon (GROPP & KETTE 1854).

Vuonna 1881 SCHULTZ-LUPITZ julkaisi "Der Zwischenfruchtbau auf leichten Boden", jossa hän antoi käytännön kokemustensa pohjalta neuvoja lupiinin viljelyä varten. Neljä vuotta aikaisemmin oli KOZMIŃSKI julkaissut Varsovassa teoksensa "Encyklopedia Rolnictwa", jossa hän kuvailee Poznanin maakunnassa tehtyä lupiinin viljelykoetta ja sen vaikutusta maatilatalouteen. Sen jälkeen Puolassa on jatkuvasti tehty samankaltaisia lupiinitutkimuksia. Mm. vuonna 1884 ilmestyi SEELINGin tutkimus, 1885 WRONSKIn ja SKALSKIn. LUNIEWSKI julkaisi omat koetulokset vuonna 1888 ja vuotta myöhemmin DOBRZAŃSKI. Vuonna 1890 tulivat valmiiksi DOBRSKIn ja vuonna 1891 GAWERSKIn tutkimukset. STRZELECKI julkaisi v. 1896 Varsovassa teoreettis-kokeellisen kirjasen, jossa hän lyhyesti pohti ja kuvasi siihen saakka saatuja myönteisiä tieteellisiä tuloksia myös lupiinin viljelyssä. Vuonna 1904 ilmestyi GRABSKIn teos. Myös ulkomailla on julkaistu puolalaisten lupiinitutkimusten tuloksia. Prof. KETTEn kirja ilmestyi vuonna 1879 Tukholmassa ruotsiksi "Om lupinodling", ja Kööpenhaminassa tanskaksi. Vuonna 1891 julkaisiin KETTEn kirja Berliinissä saksaksi ("Lupinenbau")



## Tutkijat ja tutkimukset



Vuonna 1890 puolalainen A. SEMPOKOWSKI aloitti lupiinin jalostustyön Maatalouden koeasemalla Sobieszynissa. Myöhemmin näistä kokeista saatiin erittäin myönteiset tulokset.

Venäjällä prof. P.B. BUDRIN aloitti Uusi-Aleksanterin instituutin koeasemalla (Puławy, Puolassa) lupiinin tutkimustyön vuonna 1881 (MAJSURJAN 1962a).

Vuosisadan vaihde oli jossain määrin rajapyykki lupiinin tutkimuksessa. Silloin lupiinin tutkimus siirtyi selvästi kasvinjalostustieteen puolelle. Lupiinin tutkimuksesta 1700- ja 1800-luvulla edellä esitetty katsaus olisi puutteellinen, jollei siihen sisältyisi myös botaanisen tutkimuksen saavutuksia. 1700- ja 1800-luvulla kehittyi tällainen tutkimus merkittävästi. Näin ollen se vaikutti myös kasvinviljelyn tutkimukseen. Tältä kannalta katsoen sillä on merkitystä ko. työlle. Mainittakoon, että ranskalainen kasvisystemaattikko JOSEPH PITTON DE TOURNEFORT antoi lupiinille latinankielisen nimen Lupinus. Näin lupiini pääsi kasvisystematiikkaan.

Vuonna 1753 VON LINNÉ kuvasi teoksessaan "Species plantarum" Lupinus albusta, Lupinus angustifoliusta, Lupinus pilosusta, Lupinus hirsutusta, Lupinus perennista ja Lupinus variusta.

Vuonna 1778 LAMARCK ja vuonna 1825 DE CANDOLLE tarkastelivat yksityiskohtaisemmin Lupinus-sukua. Lupiinin kasviopilliset kuvaukset esittivät sittemmin LINDLEY (1827), BENTHAM (1833-1859), DOUGLAS (1828-1861) ja BOISSIER (1872). Tähän mennessä lupiinin systematiikassa pidetään perusteellisimpana tutkimuksena G.A. AGARDH:n (1835) "Sinopsis generis Lupini", jossa on kuvattu 83 eri lupiinin lajia.

Muista tutkimuksista on syytä mainita S. WATSONIN tutkimus (1873) "Revision of the extra-tropical North American Species of the Genus Lupinus", joka tarkastelee 53 lupiinilajia (ATABEKOVA 1962; STEPANOVA 1969).

### 2.3. Tutkimus ja jalostus 1900-luvulla

SEMPOZOWSKI ensimmäisenä tiedemiehenä kehitti sinilupiinin varhaislajikkeen. Tämä tapahtui vuosina 1901-1902 Sobieszynin koeasemalla (MAJSURJAN 1962). Hänen työtään jatkettiin edelleen Puławin Instituutissa, jossa työskentelivät J. SYPNIEWSKI ja J. CZARNOCKA, sekä myös Białokonien koeasemalla. Viime mainitussa työskenteli tunnettu lupiinin jalostaja ja tutkija W. ŁASTOWSKI. SYPNIEWSKI (1925) ja ŁASTOWSKI (1926) saivat aikaan uusia sinilupiinilajikkeita, joiden kehittämisen päätavoitteena oli kasvuajan lyhentäminen ja viljelyvarmuuden lisääminen (BARBACKI 1952 ).

Lupiinin tutkimus alkoi viritä myös Venäjällä. Pelkästään lupiinin tutkimusta varten Venäjälle perustettiin uusia maatalouden koeasemia. Vuonna 1913 perustettiin Białokonien koeasema. Vuosina 1914-1915 rakennettiin Polesskajan ja v. 1918 Novozubkovskajan koeasemat.

E.K. ALEKSEJEV, josta tuli v. 1918 Novozubkovin koeaseman johtaja, alkoi tutkia lupiinin viljelymahdollisuuksia Venäjällä lähinnä viherlannoitteeksi (MAJSURJAN 1962 a).

Saksassakin jatkettiin lupiinin tutkimusta. Hampurissa v. 1918 Käytännöllisen kasvitieteen yhdistys osoitti tarjoamansa lupiinijuhlan aterian muodossa, että lupiini

kelpaa ihmiselle ravinnoksi, vaikka onkin edelleen katkeran makuinen. Em. juhlissa tarjottiin lupiinikeittoa, lupiinipihviä lupiiniöljyssä paistettuna, lupiinimargariinia, josta 20 % oli lupiinista peräisin, juustoa lupiinivalkuaisesta, lupiiniryypyt ja lupiinikahvia. Lisäksi oli käytävissä lupiinisaippuaa käsien pesuun, paperia ja kirjekuoria lupiiniliimoineen. Myös pöytäliina oli tehty lupiinikuidusta (BECKER-DILLINGEN 1929).

Saksassa ja Neuvostoliitossa kasvoi ajan kuluessa tarve makean lupiinin löytämiseen. Vaikeutena oli kuitenkin se, että vielä ei ollut pystytty määrittämään lupiinin alkaloidi- ja kitkeräaineiden pitoisuutta. Vuonna 1924 neuvostoliittolainen tutkija (myöhemmin akateemikko) PRJANIŠNIKOV keksi metodin, jonka avulla on mahdollista määrittää alkaloidit lupiinin siemenissä (BARBACKI 1952). Sen jälkeen lupiinin tutkimus alkoi edetä nopeasti. Vuosina 1927-1928 saksalainen VON SENGBUSCH kehitteli ensimmäistä kertaa lupiinin makeat lajikkeet sini-, kelta- ja valkolupiinista (SENGBUSCH VON 1942). VON SENGBUSCHin keksintö tapahtui vuonna 1929, mutta hän julkaisi tulokset vasta vuonna 1942. Itse SENGBUSCH piti viivästymisen syynä sitä, että yritys, joka osti uuden lupiinimuodon, ei ollut antanut lupaa julkaista sitä. On kuitenkin mainittava, että Saksa oli ehdottomasti kieltänyt makealupiinin siementen maastaviennin. Rehulupiineilla oli suuri merkitys Saksan valkuaistuotannossa sodan aikana (VALLE 1941).

Neuvostoliitossa makean lupiinin sai aikaan IVANOV (1932) kolme vuotta myöhemmin kuin VON SENGBUSCH. Ennen II maailmansotaa makeat lajikkeet saatiin kehitettyä myös Puolassa (mm. KAZNOWSKI, DZIKOWSKI, BARBACKI sinilupiinista ja J.JAGMIN sekä G. JAGMINOVA keltalupiinista) (BARBACKI 1952).

1900-luvulla lupiinin tutkimus aloitettiin myös Pohjoismaissa. Ensiksi Tanskassa ja Ruotsissa, joiden tulokset lupiinin viljelystä olivat erittäin positiivisia.

Keltaisen lupiinin tuoresato Ruotsissa oli sama kuin Saksassa eli 40 000-50 000 kg/ha. Tanskassa sato oli suunnilleen samanlainen (VALLE 1941). Vuosina 1936-1938 aloitettiin lupiinin kokeilut myös Suomessa (VALLE 1938; PITKÄNEN ANON.). Niiden kulku ja tulokset olivat lupaavia. Keltaisen lupiinin tuoresadoksi saatiin 20-40 t/ha hietamail-la. Keltalupiinia prof. VALLE on suositellut viljeltäväksi myös Keski-Suomessa (VALLE 1941). PITKÄSEN kokeissa Tam-mistossa saatiin kaksi tuoresatoa. Tuoresadot olivat (1. sato): keltalupiini 10901 kg/ha, sinilupiini 35 515 kg/ha ja valkolupiini 46 657 kg/ha (PITKÄNEN AN.). Vuosina 1938-1951 lupiini oli "jalostuskatsauksessa" MTTK:n Kasvinjalostuslaitoksessa. Kasvinjalostuksen osaston toimintakertomuksesta (KOTK) käy ilmi, että lupiini ei ole menestynyt ja se on jätetty pois ohjelmasta (KOTK 1938; KOTK 1939; KOTK 1940; KOTK 1941; KOTK 1942; KOTK 1943; KOTK 1945; KOTK 1946; KOTK 1947; KOTK 1948; KOTK 1949; KOTK 1950; KOTK 1951; KOTK 1952; KOTK 1953).

Sodan jälkeen lupiinin tutkimus ja jalostustyö jatkui. Eri-tymisestä tutkittiin makean lupiinin käyttöä rehuna ja ihmisravintona. Sittemmin sodan jälkeen tutkimuksen kohteena on ollut lähinnä lupiinin valkuainen (KALER YM. 1952; SMIRNOVA-IKONNIKOVA 1952). 50-luvun alkupuolen tutkimukset osoittavat, että makealupiini (erityisesti keltainen) muuttuu makeasta katkeraksi. (ROSBORG 1950; MANNER 1952).

Yli 20 vuotta SENGBUSCHin keksinnön jäl-keen tuli ilmi, että ongelma on olemassa edelleen: SENG-BUSCHin menetelmä onnistuu täydellisesti vain silloin kun

peltoviljelyssä tarkistetaan erittäin huolellisesti jokaisen yksilön alkaloidipitoisuus. Tämä taas edellyttää suurta työmäärää. Tällaista tulevaisuuden tilannetta piti periaatteessa mahdollisena itse VON SENGBUSCH. Hän kirjoitti, että jos makeasta lupiinista löytyy alkaloidia, se tarkoittaa vain sitä, että on tapahtunut joko mekaaninen sekoittuminen riihessä ja varastossa, on siis tapahtunut pelolla sekoittuminen kasveihin, jotka ovat kehittyneet maassa olevista kovakuorisista siemenistä tai on tapahtunut taantuminen eli perintötieteellisesti ilmaistuna palautumis-mutaatio makeasta karvaaksi (HACKBARTH, SENGBUSCH & TROLL 1935).

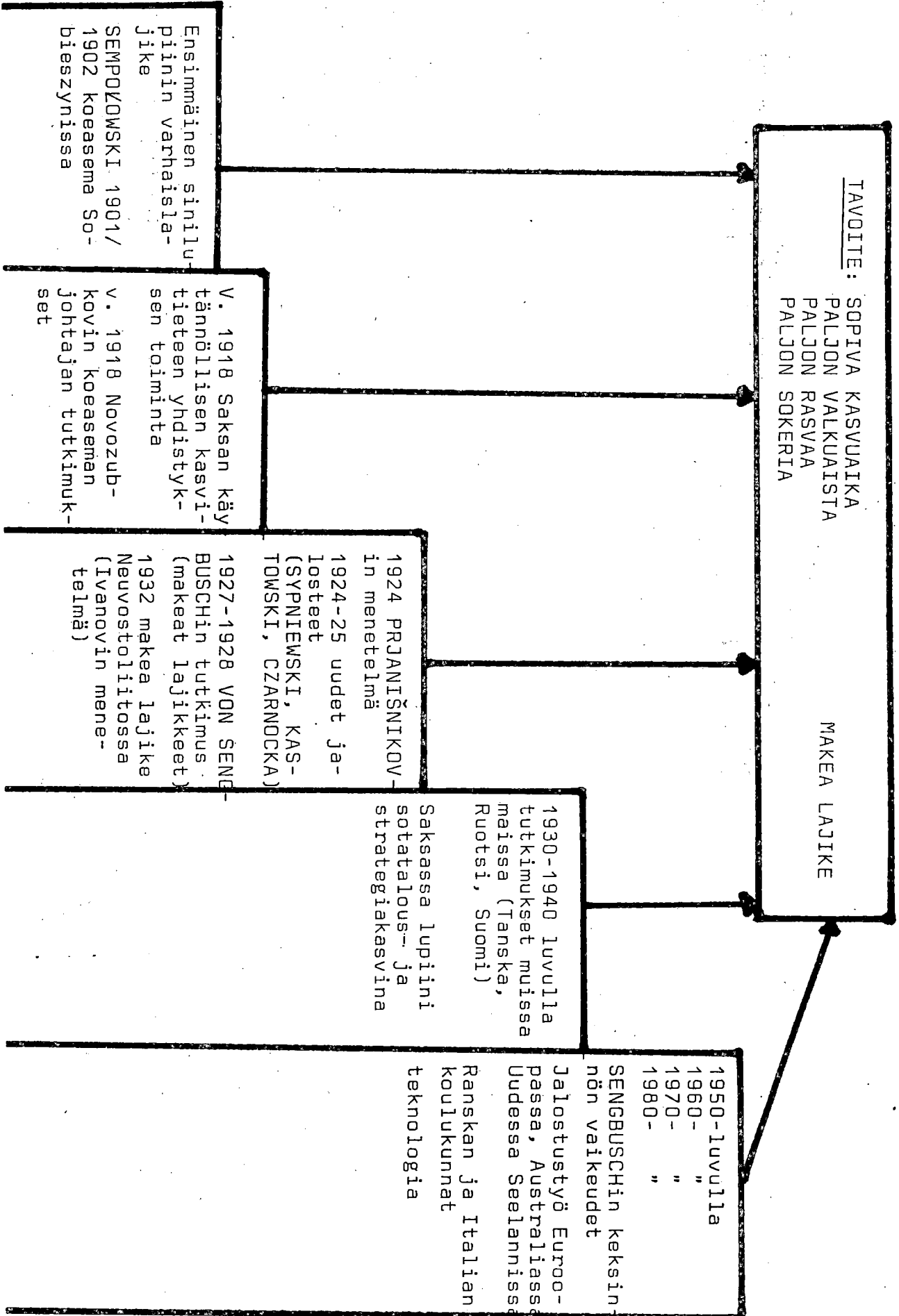
Jalostustyötä kuitenkin jatkettiin mm. Hollannissa, Tanskassa, Itä-Saksassa, Ruotsissa, Ranskassa, Italiassa, Espanjassa, Puolassa ja Neuvostoliitossa. Euroopan ulkopuolelle nousi uusia jalostuskeskuksia Uuteen Seelantiin, Yhdysvaltoihin, Australiaan sekä Etelä-Afrikkaan. (GLADSTONES 1958, 1970).

Hollannissa ja Tanskassa on löydetty erittäin hyviä lajikkeita. Tanskan lajikkeet "Neven" ja "Reforma" ovat erittäin lupaavia (MAJSURJAN 1962 a). Neuvostoliitossa taas on löydetty makea monivuotinen lupiini (BARBACKI 1952; FILIMONOVA 1962 b). Puolassa on kehitetty paljon uusia varhaisia lajikkeita sinilupiinista ja erittäin tärkeä rasvapitoinen valkoinen lupiini. KAZIMIERSKI T. ja E. NOWACKI ovat kehittäneet monia lajin hybridejä (STEPANOVA 1969). Jalostuksen tavoite on aina ollut sama, ts. tarkoitus on ollut kehittää lajike, jonka kasvu-aika on lyhyt ja joka sisältää paljon rasvaa ja valkuaista. Lisäksi tutkimusohjelmiin kuuluu uusien villilupiinien viljelyyn ottaminen. Erittäin lupaavia ovat tässä suhteessa amerikkalaiset pienisiemeniset lupiinit.

1960-luvun loppupuolella lupiinien jalostustyö samoin kuin sen tutkimus pysähtyi. Esim. Hollannissa kahden uuden lajikkeen löytäminen tuotti tappiota jalostuslaitokselle (HERINGA 1983). Vasta 1970-luvun loppupuolella

kiinnostus lupiiniin heräsi uudelleen. Siihen vaikutti lähinnä yleinen palkokasveihin kohdistunut mielenkiinnon lisääntyminen. Ranskassa esimerkiksi käynnistyi 1980-luvun

## PIIRROS 5. LUPIININ TUTKIMUS JA JALOSTUS 1900-LUVULLA



alkupuolella erikoisjalostusprojekti lupiinin syysmuotoisen lajikkeen keksimiseksi (LACASSAGNE 1983). Jalostustyön ohella on erittäin voimakkaasti kehitetty myös biokemiallista ja lääketieteellistä tutkimusta. Edelleen tutkitaan esim. Italiassa lupiinin käyttöä ihmisravinnoksi. Ranskan lääketieteellisyys on erittäin kiinnostunut lupiineista (CHENIEUX YM. 1983). Keväällä 1984 Egyptin lehdistössä esiintyi tietoa, että siellä on lupiineista saatu ehkäisyaine, jota on menestyksellisesti kokeiltu eläimillä. Yksityiskohdat puuttuvat (sensaatio?) (KESKISUOMALAINEN 1984).

Suomessa lupiini oli v. 1981 kokeiluruuduissa MTTK:n Kasvinjalostusosaston tutkimussuunnitelman mukaisesti. Havainnoidut perustettiin Helsingin yliopiston Kasvinviljelylaitoksen koekentälle vuonna 1980.

Lupiinin tutkimus 1900-luvulla oli erittäin voimakasta myös kasvitieteen alalla. Vuonna 1905 AMOS ARTHUR HELLER julkaisi kaksi teostaan "The Nevada Lupines" ja "The North American Lupines", joissa hän kuvaa uusia lupiinilajeja. HELLERin työtä jatkaa C.P. SMITH, joka julkaisi vuosina 1918-1924 kuuluisat tutkimuksensa "Studies in the genus Lupini". Edelleen vuosina 1938-1954 SMITH julkaisi moniosaisen tutkimuksen "Species Lupinorum". Uusia lupiineja on kuvannut myös ŽUKOVSKIJ (1929) teoksessaan "K poznaniju roda Lupinus Tourn.". Ensimmäisen lupiinien tieteellisen nimistön on julkaissut C.P. SMITH vuonna 1938. Silloin hänen listassaan oli 528 lajinimeä. Vuonna 1962 neuvostoliittolainen A.I. ATABEKOVA julkaisi luettelon, jossa oli jo yli 1000 eri lajinimeä. SMITHin ja ATABEKOVAn luetteloissa on mukana myös synonyymejä (ATABEKOVA 1962). Muista tärkeimmistä botaanisista tutkimuksista on ehkä syytä mainita SYPNIEWSKIn (1925) ja SENGBUSCHin teokset sekä KEPELin (1952) tutkimus. Mielenkiintoisia ovat myös seuraavat teokset: ATABEKOVAn (1958, 1959); ATABEKOVAn, POLUHINAn ja PUHALSKAJAn (1970) työ. Jälkimmäinen teos antaa uutta tietoa botaanisesta tutkimuksesta.



## 3. LUPIININ BOTANINEN KUVAUS

Kasvisystematiikassa lupiini eli Lupinus (Tourn.) L. on esitetty seuraavanlaisesti.

Heimo	FABACEAE (Papilionaceae)	Palkokasvit
Alaheimo	GENISTAE	
Tribus	LUPINUS	Lupiinit
Suku	LUPINUS	
Laji	ALBUS, ANGUSTIFOLIUS, ...	valkoinen, sininen...

On mainittava, että alaheimossa Genistae on morfologisesti kaksi samankaltaista tribua Lupinus ja Crotalaria. Tämä on hyvin olennainen seikka sen takia, että aikaisemmin kasvitieteilijät ovat tieteellisissä kirjoituksissaan sekoittaneet nämä kaksi tribua ja sukua keskenään. Neuvostoliittolainen ŽUKOVSKIJ (1929) kirjoittaa tapauksesta, jossa Brasiliasta oli löydetty morfologisesti jonkin verran poikkeavia "lupiineja". Varsinaisesti kysymyksessä ei ollut Lupinus vaan crotalaria. (ŽUKOVSKIJ 1929; ATABEKOVA 1958).

Tribus Genistae (alaheimoltaan Genistae) on laaja kasviryhmä, joka kasvaa hyvin perinteisesti juuri Afrikan mantereella. Maantieteellisesti katsoen Genistaen (tribun) esiintyminen on erittäin mielenkiintoinen lupiinin kasvualueeseen verrattuna. Siellä, missä kasvaa tribu Genistae, ei koskaan esiinny lupiinia. Hyvänä esimerkkinä on Etelä-Afrikka, jossa kasvaa paljon Genistae-lajeja, mutta ei lupiinia. Siellä siis viljellään lupiinia, mutta se ei ole luonnonvarainen, kotimainen kasvi. Etelä-Afrikassa on 400 Genistae-sukuun kuuluvaa lajia ja 11 lajia Crotalaria. Siellä ei ole yhtään lupiinilajia. Sama ilmiö koskee Australiaa, jossa esiintyy viisi Genistae-lajia ja yksi Crotalaria-laji, mutta ei omavaraista lupiinia. On havaittavissa myös päinvastainen ilmiö: Pohjois-Amerikassa ei ole yhtään tribusta Genistae, vaan Lupinus ja Crotalaria. Etelä-Amerikassa kasvaa vain kaksi lajia Genistaeta ja eniten lupiinin lajeja (ATABEKOVA 1958). On paikallaan korostaa, että itäsaksalaisen HANELTin (1960) mukaan lupiinin paikka kasvisystematiikassa on seuraava: heimo: Leguminosae, alaheimo: Fabaceae (Papilionaceae), tribus: Genistae, suku: Lupinus.

## 3.1. Lupiinin lajiston moninaisuus

Lupiinin lajisto on laaja. HACBARTH ja TROLL (1939) arvioivat olevan 250 lajia. SARAPOV (1949) toteaa, että on kaiken kaikkiaan olemassa 200 lupiinilajia. STEPANOVAN (1969, 1971) kirjoituksissa mainitaan 451 lajia, joista 440 on läntisestä geenikeskuksesta lähtöisin ja 11 itäisestä geenikeskuksesta (STEPANOVA 1969, 1971). Lajiston moninaisuus on suurempi läntisessä geenikeskuksessa kuin itäisessä. Myös morfologisesti katsoen erot ovat huomattavat (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Morfologiset erot amerikkalaisten ja eurooppalaisten lupiinien välillä (ATABEKOVA 1958).

<u>Amerikkalaiset</u>	<u>Eurooppalaiset</u>
<u>Varsi</u>	
1. Ruohomainen tai pensäsmainen tyyppi	1. Ruohomainen tyyppi
2. Karvainen tai kalju	2. Aina karvainen
3. Dominoiva monopodialinen versoutuminen	3. Dominoiva sympodialinen versoutuminen
4. Dominoivasti monivuotisia	4. Yksivuotisia (lukuunottamatta yhtä lajia)
<u>Lehti</u>	
1. Lehden osat suuressa määrin kapeat	1. Lehden osat suuressa määrin leveät
2. Eriasteisesti karvainen tai kalju	2. Eriasteisesti karvainen
<u>Kukka</u>	
1. Ristisiittoinen	1. Ristisiittoinen tai itse-siittoinen
<u>Siemenet</u>	
1. Pienet siemenet	1. Isot siemenet
2. Kuoren pinta sileä	2. Kuoren pinta sileä tai rosoinen
3. Alkio heikosti muodostunut	3. Alkio lopullisesti muodostunut
4. Siemenissä vähän endospermiä	4. Siemenet ilman endospermiä

Eröt koskevat sekä vartta ja lehteä, että kukkaa ja siementä. Koska Lupinus angustifolius, Lupinus luteus, Lupinus albus, Lupinus pilosus L., Lupinus polyphyllus L., Lupinus mutabilis Sweet, Lupinus elegans H.B.K., Lupinus albococcineus Hort., ja Lupinus Dougl. ovat kasveja, joita käytetään eniten viljelyn eri tarkoituksiin, tarkastellaan niitä seuraavassa erikseen botaanisesti.

### 3.1.1. Lupinus angustifolius L.

Sinilupiini kuuluu eurooppalaisiin lupiineihin. Sen diploidisen kromosomimäärän on todennut ensimmäisenä VIGE v. 1925. Hän sai tulokseksi  $2n=40$  (ref. STEPANOVA 1969). DARLINGTON ja JANAKI (1945) ja heidän jälkeensä myös BARBACKI (1952) on sitä mieltä, että haploidisten kromosomien määrä voi olla sinilupiinissa joko  $n=24$  ja diploidissa  $2n=40$  tai  $2n=48$ . Kromosomimäärän haploidissa määritteli KAWAKAMI v. 1930 ja TUŠŃAKOVA v. 1935 (ref. BARBACKI 1952).

Lupinus angustifolius L. on lähtöisin Palestiinan alueelta, vaikkakaan tätä ei ole lopullisesti selvitetty. Sitä mieltä on mm. ATABEKOVA (1962). Toisen hypoteesin mukaan sinilupiinin kotimaa on Iberian niemimaa. Sinilupiinia esiintyy villinä ja viljeltynä muotona Välimeren maissa. Sen molempia muotoja esiintyy Egyptissä, Marokossa, Libyassa, Portugalissa, Espanjassa, Jugoslaviassa, Kreikassa ja jopa Turkissa. Villin ja viljellyn muodon välillä ei ole suurta eroa (ATABEKOVA 1962). Jalostustyö on onnistunut siinä määrin, että on saatu aikaan useita viljelymuotoja, joissa kumuloidut villin muodon parhaat ominaisuudet (HACKBARTH & TROLL 1955).

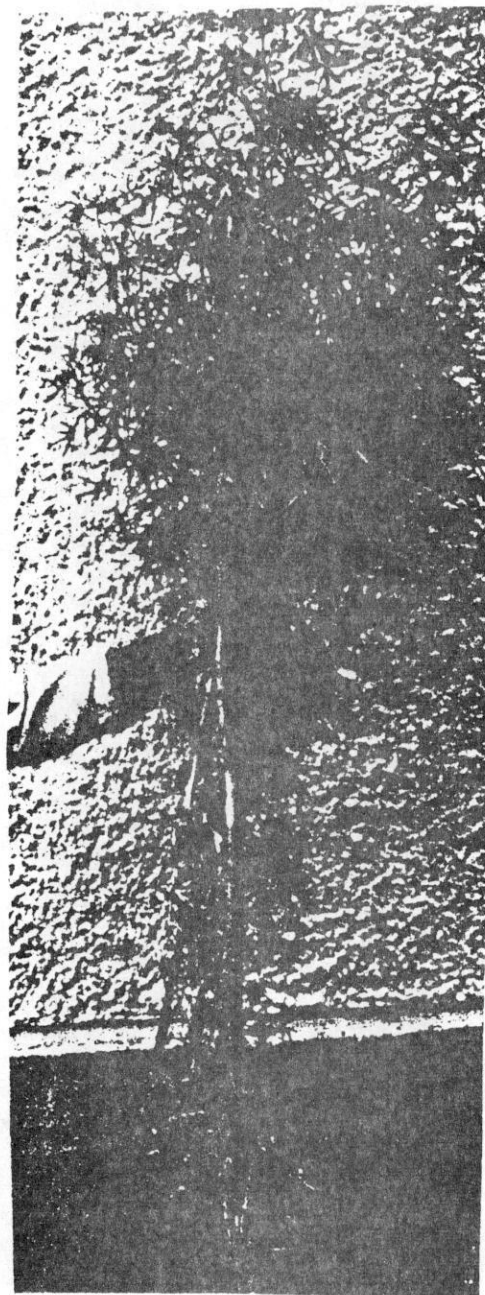
-----  
\* suomenkielinen nimi PUUTARHALIITTO (1982) ja KALLIO (toim. 1980) mukaan.

Lupinus angustifolius L. on yksivuotinen kasvi, jolla on paljon sivuversoja ja lehtiä. Sinilupiinilla on kaksi versomuotoa. Toinen versomuoto on monopodiallinen, joka on myöhäinen kasvin lajikkeen tai lajin muoto ja toinen sympodiallinen, joka on aina varhaislajikkeessa tai lajissa. Tätä mieltä on ATABEKOVA (1952), joka tarkoittaa monopodiallisella muodolla sivuversoutumista koko kasvissa alhaalta ylös ja sympodiallisella muodolla sivuversoutumista (tai versoutumista), joka tapahtuu vain varren yläosassa. Tällainen käsitys on hieman outo. Mm. BARBACKI (1952) ymmärtää nämä termit vähän eritavalla. Häinkin on sitä mieltä, että sinilupiinissa esiintyy vain monopodiallinen sivuversoutuminen. Sinilupiinin kasvussa pääverso kasvaa jatkuvasti kukintaan asti. Samoin kasvaa sivuverso, joka syntyy pääverson haarana. Se, missä kohdassa se syntyy, riippuu mm. kylvötiheydestä, valosta jne.

Sinilupiinilla on vain hieman karvainen varsi. Se voi olla tummanvihreä, vihreä tai vaaleanvihreä riippumatta tyyppitoisuudesta. Joskus varren väri voi olla jopa sinipunertava, violetinruskea tai punertava (ATABEKOVA 1962).

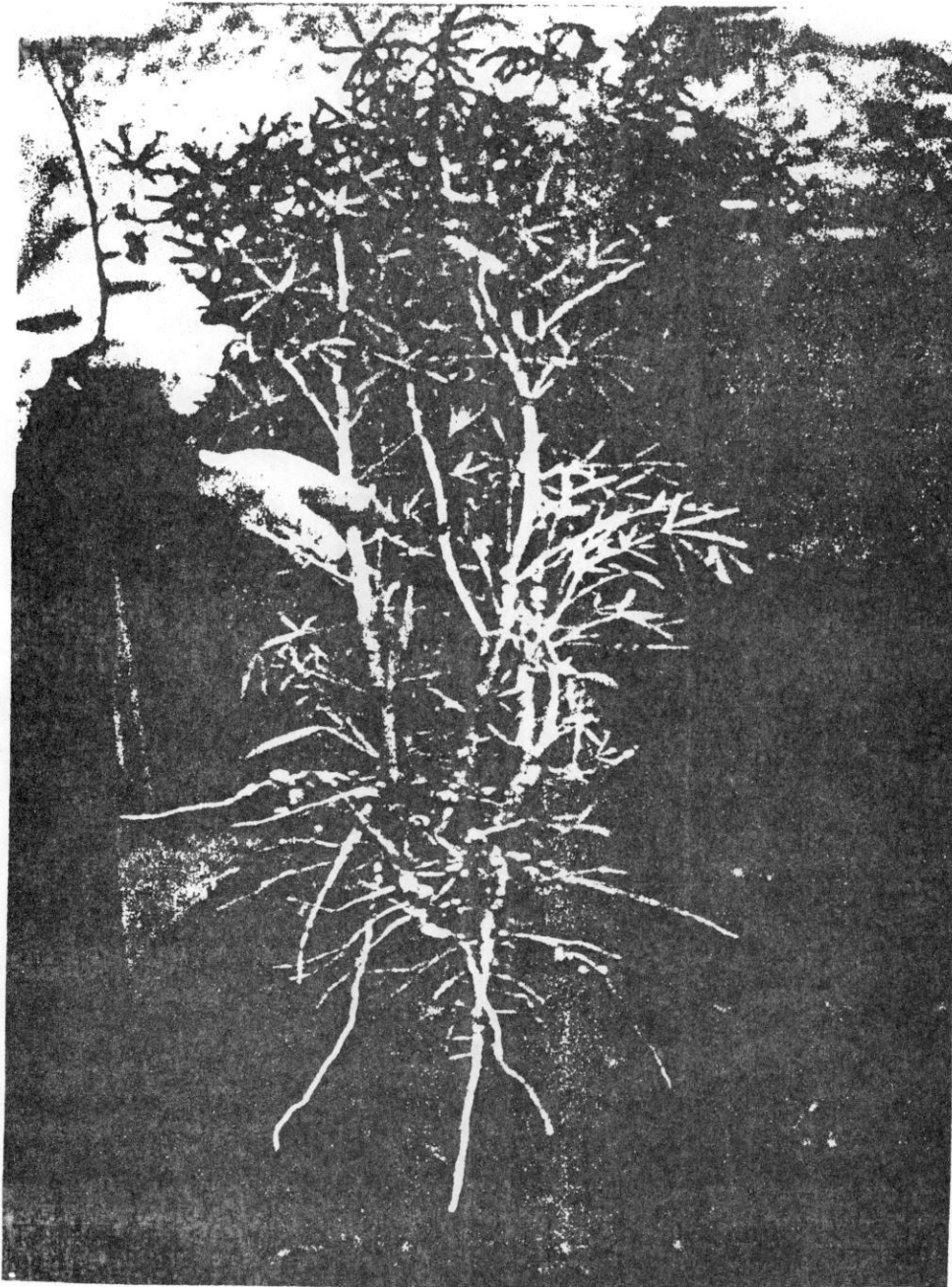
Varren verso on kasvin pääverso. Sinilupiinilla voi olla monta sivuversoa, useimmiten vähintään kolme. Versoutuminen on lupiinille yleensä ominaista ja erittäin kiusallista viljelyn kannalta. Lupiinin kasvuaika riippuu nimenomaan versoutumisen loppumisesta. Tämä loppuminen ei riipu vain fysiologisesta ajasta (kuten muilla kasveilla), vaan sellaisista kasvutekijöistä kuten kosteus, kuivuus, lämpötila. Samalla myös kypsyminen viivästyy eikä ole tasaista. Viljely on siten epävarmaa. Kasvu tapahtuu pääversossa ja sen jälkeen ensimmäisessä sivuversossa, toisessa versossa ja kolmannessa sivuversossa (haarassa). Poikkeuksellisesti kasvaa jopa neljäs, viides tai kuudes verso, mutta niistä ei yleensä tule satoa.

Kuva 1. SINILUPIININ YKSILÖ KESKI-SUOMESSA  
(Lupiinikokeet, MTTK:n Keski-Suomen  
tutkimusasema 1983)



(Foto: P. Simojoki)

Kuva 2. SINILUPIININ VERSOUTUMINEN JA NYSTYRÄT  
(Lupiinikokeet MTTK:n Keski-Suomen  
tutkimusasemalla 1983)



(Foto: P. Simojoki)

BARBACKI (1952) on sitä mieltä, että lupiinin varsi kasvaa optimaalisissa oloissa jopa 1,8 m:n korkuiseksi. BARBACKIn (1952) mukaan lupiinin pituus riippuu kasvutekijöistä, viljelytekniikasta. Erittäin tärkeitä tekijöitä ovat lannoitus, kylvötiheys ja kylvöaika. Sinilupiini kasvaa korkeammaksi, jos kylvötiheys suurenee tai kylvöaika on myöhäinen. Päinvastoin taas kylvötiheyden pienentyessä varsi tulee paksummaksi. Hyvissä oloissa viljeltynä kasvina sinilupiinin pääversossa on ATABEKOVAN (1962) mukaan 32-40 lehteä.

Sinilupiinin lehdissä on 7-9 sormimaista sivulehteä, joka ovat suonen kohdalla sisäänpäin taipuneita. Sivulehtien pituus on 35-52 mm ja leveys 5-7 mm. On olemassa kaksi sinilupiinin biotyyppiä: k a p e a l e h t i n e n ja l e v e ä l e h t i n e n. Lupinus angustifoliuksen nimi "kapealehdykkäinen" ei ole aivan looginen. Esim. puhuttaessa leveälehdyykkäisestä biotyypistä, ei nimi vastaa totuutta. On mielenkiintoista todeta KEPELIN (1952) mukaisesti, että aikaiset siniset lajikkeet ovat kapealehtisiä ja tasaisia, kun taas myöhäiset ovat leveälehtisiä. Tällä ei ole merkitystä vain botaaniselta kannalta, sillä leveälehtiset sinilupiinit antavat myös suuremman vihersadon (BARBACKI 1952).

Lehti on melko tasainen, karvaton ja sen pinnalla on joskus ohut vahakerros. Lehden väri voi olla vihreä, tummanvihreä ja reunalta sinipunainen tai vihreävioletti (ATABEKOVA 1962). Sinilupiinin lehdenväri riippuu BARBACKIn (1952) mukaan lämpötilasta, valon määrästä sekä mm. ravintotilanteesta. Antosyanin määrä on periaatteessa geneettinen ja se jakaa sinilupiinit biotyyppeihin. On kuitenkin huomattava, että tämän ominaisuuden vaihteluun voivat osittain vaikuttaa kasvutekijät, esim. lämpötilan alentaminen, auringon voimakas suora vaikutus sekä riittävä määrä fosforia ja kaliumia, ilman typen yhdisteitä.

Kukinto on sinilupiinissa suhteellisen pieni ja pienikukkainen. Se voi olla jopa yli 100 mm nitkä. Yksi kukka on 20-25 mm pitkä. Eri muodot eroavat myös väriältään. Teriö on pieni ja hajuton. Sinilupiinin kukka voi olla sininen, violetti, ruusun värinen tai valkoinen. Tästä käy ilmi, ettei sinilupiinin nimi ole aivan looginen. Tämä johtuu siitä, että botaanisen kuvauksen alkuvaiheissa tunnettiin vain lupiini, jolla oli sininen kukka ja tämä vaikutti nimen muodostumiseen (ATABEKOVA 1962).

Yhdessä sinilupiinin kasvissa on monta kukintoa, jossa kukkien määrä jokaisessa erikseen voi olla jopa yli kymmenen (ATABEKOVA 1962; BARBACKI 1952).

Lupinus angustifolius ei ole tyypiltään yhtenäinen. Sillä on KEPELIN (1952) ja SYPNIEWSKIN (1925) botaanisen jaon mukaan neljä eri biotyyppiä: s i n i k u k k a i n e n, r u u s u n k u k k a i n e n, v a l k o k u k k a i n e n ja v i o l e t t i k u k k a i n e n biotyyppi. Eri biotyypit ottaa huomioon myös ATABEKOVA (1962) omassa tutkimuksessaan. On mielenkiintoista todeta, ettei kukan väri ole vain biotyyppien jakoperusta, vaan siihen vaikuttavat myös muut ominaisuudet, kuten esim. siementen väri ja koko. Jokaisessa biotyypissä on risteytyksen kautta saatu välimuotoja (ATABEKOVA 1962). Tämä jako on erittäin tarpeellinen, jopa välttämätön tarkasteltaessa jalostustyötä ja lajikkeita.

Sinilupiinin palko on muiden palkokasvien kanssa samankaltainen. Sen pituus on keskimäärin 55 mm ja se on melko kapea. On olemassa sinilupiinilajikkeita, joissa palot siementen kypsymisen aikana eivät avaudu itse. Avautuminen



on villisiinilupiinille tyypillistä ja yleistä (BARBACKI 1952).

Sinilupiinilla on melko pienet ja moniväriset siemenet biotyypin mukaan. Sen 1000 siemenen paino vaihtelee BARBACKIn (1952) mukaan 130-190 g:n välillä. ATABEKOVA (1962) esittää tässä yhteydessä yllättäviä tietoja. Hänen mukaansa sinilupiinin 1000 siemenen paino on 400-410 g, mikä todennäköisesti on painovirhe. Nykyaikana on olemassa jo lajikkeita, joiden 1000 siemenen paino jää selvästi alle 100 g. Jalostustyö kehittyi siihen suuntaan, että 1000 siemenen paino pienenee koko ajan. Sinilupiinin villimuodolla on kovat siemenet. Viljellyllä muodolla on sekä kovakuorisia että pehmeitä siemeniä lajikkeesta riippuen. VON SENGBUSCH (1938) korosti, että lupiinin (mm. sinilupiinin) siementen ominaisuus ja taipumus kovakuorisuuteen on ajan kuluessa perinnöllisesti kehittynyt ominaisuus. Tämä antoi sysäyksen jalostukseen, jonka avulla saatiin pehmeäsiemeniset lajikkeet. Näihin siemeniin kovuus tulee vasta korjuun jälkeen.

### 3.1.2. Lupinus luteus L.

Keltalupiini \* kuuluu eurooppalaisiin lupiinilajeihin. Sen diploidin kromosomimäärä on STEPANOVAn (1969) mukaan 52, kun taas BARBACKI (1952) selostaa, että keltalupiinin haploidin kromosomimäärä vaihtelee ja voi olla 23, 24 tai 26 ja vastaavasti  $2n=46$ , 48 tai 52. STEPANOVAn ja BARBACKIn katsantokannat eroavat myös seuraavassa: STEPANOVA toteaa, että keltalupiinin diploidisen kromosomimäärän ovat ensimmäiseksi todenneet SAVČENKO ja TUŠNJAKOVA vuonna 1930, kun taas BARBACKI siteeraa DARLINGTONin ja

\* suomenkielinen nimi KALLIO (toim, 1980) mukaan. PUUTARHALIITTO (1983) nimi puuttuu.

JANAKIn tietoja, joiden mukaan haploidien kromosomimäärän ovat määrittäneet ZEEUW v. 1936 ja KAWAKAMI v. 1936.

ATABEKOVA (1962) mainitsee kromosomimäärän olevan diploidissa ( $2n$ ) 52.

Keltalupiini esiintyy sekä villinä että viljeltynä muotona Välimeren maissa ja sen esiintymisalue on melkein sama kuin sinilupiinin. Ero on se, että keltalupiinin viljimuodot kasvavat hyvin usein tulivuoren purkauksissa syntyneillä mailla, kun taas sinilupiini viihtyy siellä huommin. Kaikista viljellyistä lupiineista keltalupiinin kasvuvaatimukset ovat pienimmät (ATABEKOVA 1962). Villin ja viljellyn muodon välillä on jo huomattava ero. Esim. villimuodot ovat hyvin kovasiemenisiä ja niiden palot ovat itsestään avautuvia. Villimuotojen 1000 sp. on yleisesti pienempi kuin viljeltyjen lupiinien 1000 sp. (ATABEKOVA 1962).

Keltalupiini on yksivuotinen kasvi. Sen yleinen versoutumistapa on pensasmäinen, ja se versoutuu sekä sympodialisesti että monopodialisesti. Ala- ja yläversot ovat aina pisimmät. Keskimmäiset versot ovat lyhyimmät (ATABEKOVA 1962).

Varren rakenne on melkein sama kuin sinilupiinin. Varsi on osaksi ontto. Se voi olla joko karvainen tai osaksi karvainen muodosta riippuen. Väriltään varsi on yleensä vihreä tai vaaleanvihreä, mikä on harvinainen. Pääversossa on 18-28 lehteä (ATABEKOVA 1962).

Keltalupiinin lehdissä on 3-9 sormimaista lehdykkää, jotka ovat hieman sisäänpäin kääntyneitä suonen kohdalla. Lehdyköiden pituus on 30-90 mm, kun taas varsinaisten lehtien pituus on yleisesti 80-112 mm. Lehden väri on vihreä ilman violettiväriä. Keltalupiinin lehdet ovat hyvin karvaisia (ATABEKOVA 1962; BARBACKI 1952).

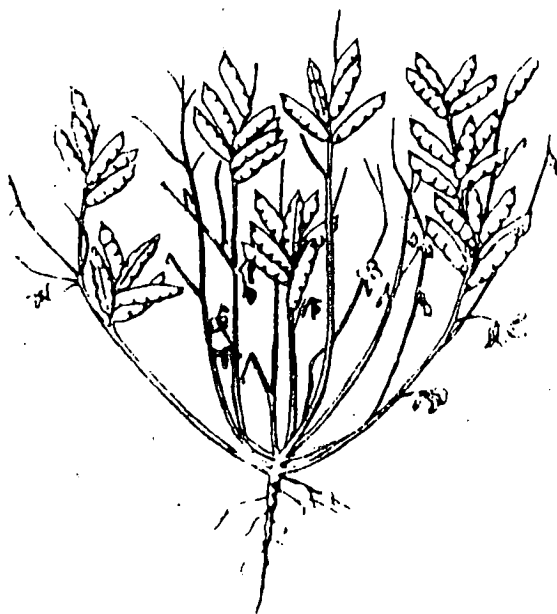
Keltalupiinin kukinnon suuruus on keskikokoinen (isompi kuin sinilupiinin). Kukka on väriltään keltainen ja lisävärinä on kullanväriä, hyvin harvoin sitruunanväriä. Kukka tuoksuu erittäin miellyttävältä (BARBACKI 1952).

Keltalupiinilla on yhdessä kasvissa yhtä monta kukintoa kuin versoakin. Yhden kukinnon kukkien määrä voi vaihdella jopa 20:n ja 30:n välillä. Keltaisen lupiinin kukka voi olla joko itse- tai ristisiittoinen. Ristisiittoisuutta esiintyy keltalupiinilla yleisemmin kuin sinilupiinilla.

ATABEKOVA korostaa kuitenkin, että Lupinus luteus-lajissa voi olla muotoja, jotka ovat vain ristisiittoisia. Ristisiittoisuus on hankala ominaisuus alkaloidiongelman kannalta (ATABEKOVA 1962).

Lupinus luteus L. ei ole biologinen monotyyppi. Sillä on WERNERin (1907) jaon mukaan kaksi eri tyyppiä: Keltakukkais-mustasiemeninen tyyppi ja keltakukkais-valkosiemeninen tyyppi. AGARDHin (1835) mukaan tyypit ovat seuraavat: kirkkaan keltainen ja sitruunan-keltainen. ATABEKOVAn (1962) tekemän botaanisen jaon mukaisesti on syytä puhua kanariankeltaisesta ja sitruunan keltaisesta biotyypistä.

Piirros 6. KALTALUPIININ YKSIÖ KYPYSMISASTEELLA  
(BARBACKI 1952)



Keltalupiinin palko on samanlainen kuin muiden palkokasvien. Palkojen pituus on yleisesti n. 40-50 mm ja leveys 11-13 mm. Palossa on yleisesti 3 tai 4 siementä, harvemmin 5. GATAULINA ja PRIHOD'KO kuvaavat kokeita, joissa on todettu keltalupiinin palkojen määrä kukintoa kohti seuraavaksi: vuonna 1978  $\bar{x}=9.8$  (siementen summa  $\bar{x}=34$  kpl), vuonna 1979  $\bar{x}=9.1$  (33 kpl) ja vuonna 1980  $\bar{x}=15.8$  (58 kpl) (GATAULINA & PRIHOD'KO 1983). Palkojen pinta on hyvin karvainen. Näissäkin viljelymuodoissa palot ovat itseavautuvia, toisissa avautumattomia. Villimuodot ovat aina itseavautuvia (ATABEKOVA 1962). BARBACKIn (1952) mukaan keltalupiinin palkojen pituus ei poikkea sinilupiinin palkojen pituudesta ja se on n. 55 mm. Hänen mielestään keltalupiinin palot ovat vaaleanruskeat ja selvästi karvaisemmat kuin sini- tai valkolupiinilla. Tässä yhteydessä on myös mielenkiintoista tuoda esiin sekä BARBACKIn että ATABEKOVAN kuvaus keltalupiinin palon sisärakenteista. Vuonna 1936 Saksassa todettiin, että keltalupiinin palossa on kaksi erisuuntaista kuitua. Erikoisesti toisia niistä, jotka yhdistävät palkojen molemmat puolet, ei esiinny muissa lupiinilajeissa. Tämä antoi alun jalostustyölle, jonka lopputuloksena oli avautumattomien palkojen keksiminen keltalupiinissa.

Keltalupiinilla on suhteellisen pienet siemenet. 1000 siemenen paino on 120-180 g. Siementen väri voi olla valkoinen, tummanruskea, musta tai monivärinen (esim. valkoinen ja siinä mustia pilkkuja) (BARBACKI 1952).

Keltalupiini poikkeaa muista lupiineista jossain määrin. Keltalupiinilla on korkeampi kromosomimäärä kuin muilla lupiineilla ( $2n=52$ ). Perusero keltaisen ja muiden samasta geenikeskuksesta olevien lupiinien välillä on ero kukkien väriainesysteemissä. Keltalupiinin

kukassa on flavonolineja, karotiineja ja fytoksaantiineja, kun taas muiden lupiinien kukissa on antosyaneja (ATABEKOVA 1962).

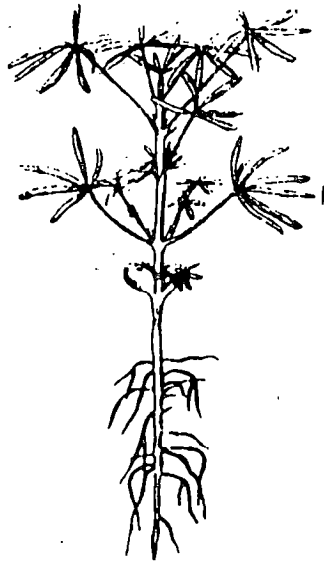
### 3.1.3. Lupinus albus L.

Valkolupiini\* kuuluu eurooppalaisiin lupiineihin. Sen diploidin kromosomimäärää on tutkinut TUŠNJAKOVA vuonna 1935 ja se on 50 (STEPANOVA 1969). BARBACKI (1952) viittaa DARLINGTONiin ja JANAKIin todetessaan, että valkolupiinin kromosomimäärä haploidissa on 20 ja 25 (siis  $2n$  on joko 40 tai 50) ja että nämä luvut ovat saaneet SAVČENKO v. 1935 ja TUŠNJAKOVA v. 1935.

Valkolupiini on todennäköisesti lähtöisin Kreikasta ja Egyptistä. Vertailtaessa eri lupiinilajeja juuri valkoisen lupiinin viljelyhistoria on pisin. Siitä huolimatta valkolupiinin villimuotojen runsas esiintyminen Sisiliassa, Korsikassa, Etelä-Ranskassa ja Pohjois-Afrikassa (länsiosassa) saattaa uuteen valoon kysymyksen Lupinus albusen syntyperästä. Toistaiseksi yleinen kasvitiede ja kasvimaantiede tietävät vielä melko vähän valkolupiinin alkuperästä. FISCHER ja SENGBUSCH (1935) ovat sitä mieltä, että juuri he löysivät valkolupiinin villimuodot ja määrittelivät niiden esiintymispaikat. He korostavat myös sitä, että heidän havaintojensa perusteella voidaan melko varmasti päätellä valkolupiinin alkukoti. HACKBARTH ja TROLL (1956) sanovat, ettei valkolupiinin alkukodista ole tietoa. He lisäävät, että valkolupiinin villimuotoa ei ole löydetty. ATABEKOVA (1962) näkee tilanteen hankalana. On otettava huomioon se, että itseavautuvilla paloilla on merkitystä lajin säilymisessä ja leviämässä. Paitsi valkolupiinia kaikilla villilupiinien muodoilla on itseavautuvat palot. Tästä tulee suora vastaus kysymykseen miksi HACKBARTH ja TROLL (1956) ovat sitä mieltä, ettei villivalkolupiinia ole vielä löydetty. Akateemikko ŽUKOVSKIJ (1929) kirjoittaa, että valkolupiinin viljellyt ja villimuodot ovat samat.

-----  
\* suomenkielinen nimi PUUTARHALIIITTO (1983) ja KALLIO (toim. 1980) mukaan

Piirros 7. LUPIINIEN TAIMET



Lupinus angustifolius L.

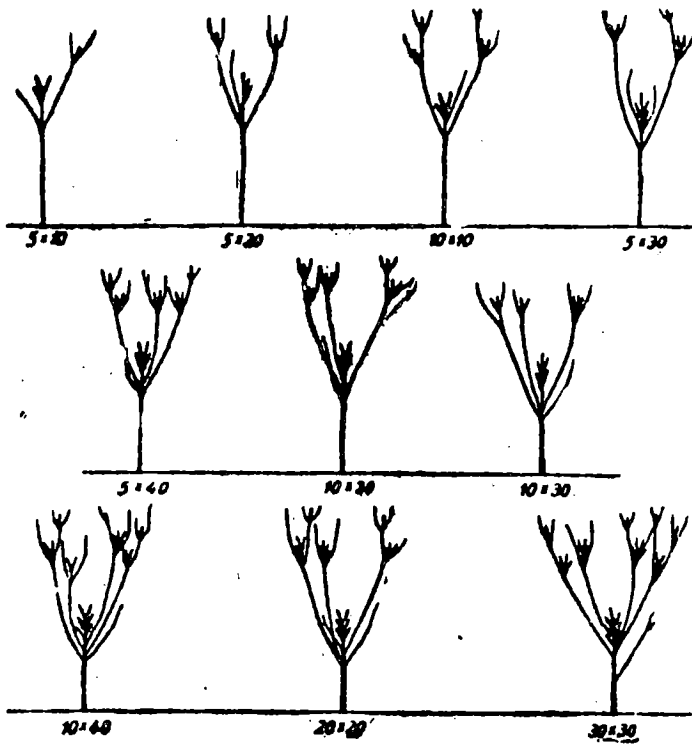


Lupinus luteus L.



Lupinus albus L.

Piirros 8. VALKOLUPIININ KASVUTAPA TIHEYDESTÄ JA RIVIVÄLISTÄ RIIPPUEN (BARBAČKI 1952)





Lupinus albus L. on yksivuotinen, korkea, ruohomainen kasvi, jossa on runsaasti sivuversoja ja lehtiä. Valkolupiinissa on ATABEKOVAN (1962) mukaan tyypillisiä sympodiallisia versoja. Valkolupiinin varsi on vähäkarvainen, vaaleanvihreä ja voi olla eri lajikkeissa eri sävyinen. Optimioloissa sen varren korkeus voi olla jopa kaksi metriä (ATABEKOVA 1962).

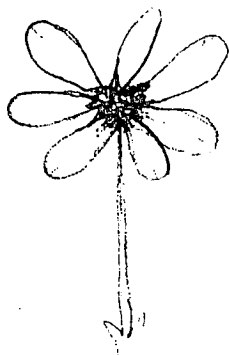
Valkolupiinilla on isot lehdet. Niiden kokonaispituus on 65-110 mm. Yhdessä lehdessä on tavallisesti 7-9 lehdykkää, jotka ovat leveämpiä ja pyöreämpiä kuin keltalupiinissa. Lehden pinta on melko tasainen, alapinta taas on hyvin karvainen. Lehden väri on sama kuin verson väri (ATABEKOVA 1962).

Valkolupiinien kukinto on pieni ja pienikukkainen. Teriön väri kukinnan aikana voi olla valkoinen, vaaleanpunainen, vaaleansininen, sininen tai harmaansininen (ATABEKOVA 1962).

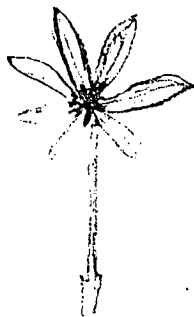
Valkolupiinin palon pituus on lähes kaksi kertaa suurempi kuin muiden lupiinien, eli n. 90 mm. Valkolupiinin palko on myös leveämpi (BARBACKI 1952).

Valkolupiinilla on suhteellisen suuret siemenet ja niitä on kolme eri väriä: valkoinen, vaaleanpunainen ja punaruskea. 1000 siemenen paino vaihtelee 220-520 g. Siemenen pituus on n. 15 mm ja leveys 5-5.5 mm (ATABEKOVA 1962).

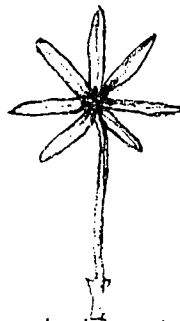
Lehti



valkolupiini



keltalupiini



sinilupiini

Sirkkalehti



valkolupiini

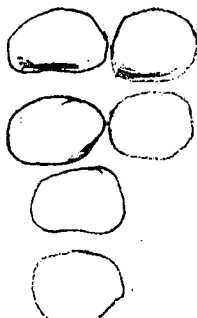


keltalupiini



sinilupiini

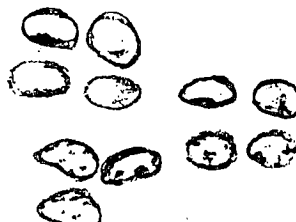
Siemen



valkolupiini



sinilupiini



keltalupiini

Botaanisesti valkolupiini voidaan jakaa kahteen ryhmään: Välimeren lupiin ja Abessiinian lupiin ryhmään

(LIBKIND 1931). Tämä jako perustuu maantieteellisiin ja fysiologisiin ominaisuuksiin. Pelkästään fysiologisiin ominaisuuksiin perustuu seuraava FEDOTOVIN (1948) jako:

1. biotyyppi: G r u u s i a l a i n e n, jossa esiintyy syysmuotoja
2. biotyyppi: L o u n a i n e n, jossa on hidaskasvu
3. biotyyppi: A b e s s i i n i a l a i n e n, jossa on erittäin paksu varsi ja joka on hidaskasvuinen
4. biotyyppi: L ä n s i e u r o o p p a l a i n e n (sveitsiläinen), pienikokoinen ja vähälehtinen, huonosatoinen
5. biotyyppi: K e s k i - e u r o o p p a l a i n e n (saksalainen), alussa nopeakasvuinen ja kukkii hyvin aikaisin
6. biotyyppi: P a l e s t i i n a l a i n e n: varhainen, huippusatoinen ja -kasvuinen. WERNER (1907) jakoi Lupinus albus L. kahteen sivulajiin, jotka ovat Lupinus albus vulgaris A. ja Lupinus termis A. (ref. ATABEKOVA 1962).

#### 3.1.4. Lupinus pilosus L.

Karvalupiini\* kuuluu eurooppalaisiin lupiineihin. Sen diploidin kromosomimäärä on 40 ja 42 ja nämä luvut ovat saaneet ensimmäisinä TUŠNJAKOVA v. 1935 ja ŠAVČENKO v. 1935. STEPANOVA (1969) mainitsee, että  $2n$  on 40, 41 ja nämä luvut on todennut LIN-TSĀN-SIN. Sytogenettisen tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että Lupinus pilosuksen alkuperä on hybridinen (ATABEKOVA 1962).

-----  
\* virallista suomenkielistä nimeä ei ole julkaistu

Kukinto on suhteellisen pieni, vähäinen ja pienikukkainen. Teriön väri voi olla joko valkoinen, ruusunpunainen, tai vaansininen tai sininen (ATABEKOVA 1962).

Karvalupiinilla on samankaltaiset palot kuin muillakin palkokasveilla. Niiden mitat ovat 45-85 mm x 18-23 mm x 23 mm. Ne ovat siis merkittävästi suuremmat kuin muilla palkokasveilla. Samoin siementen koko on selvästi isompi (lukuunottamatta valkoista lupiinia). Karvaisen lupiinin siementen pituus on 15 mm, leveys 10-12 mm ja paksuus 5-8 mm. Siementen pinta on karhea. Niiden väri on keltainen ja punainen tummin pilkuin. Kypsä siemen on kiiltävä. 1000 sp. on 500-600 g (ATABEKOVA 1962).

Botaaniselta kannalta erittäin tärkeää on se, että tarkasteltaessa Lupinus pilosus L. on lisäksi varmistettava, onko kysymyksessä todella karvainen lupiini vai Lupinus hirsutus. Valitettavasti kasvitieteilijät ovat usein sekoittaneet nämä kaksi lajia keskenään ja mahdollisesti vielä nykyäänkin Lupinus hirsutus -nimellä viljellään tai kasvatetaan Lupinus pilosusta tai päinvastoin. Sen, että hyvin usein tapahtuu tällainen virhe huomasi jo AGARDH vuonna 1835. Tästä huolimatta HUGO vuonna 1907 nimellä Lupinus hirsutus kuvaa Lupinus pilosusta (ATABEKOVA 1962).

Kaikista eurooppalaisista lupiineista Lupinus pilosus L. -lajilla on suurin ja voimakkain varsi, samoin lehdet (vegetatiiviset orgaanit), kukat ja siemenet (generatiiviset orgaanit).

### 3.1.5. Lupinus polyphyllus L.

Komea lupiini\* kuuluu amerikkalaisiin lupiineihin. Sen diploidin kromosomimäärä on 48 ja haploidin vastaavasti 24. Sen sijaan ei ole varmaa tietoa siitä, kuka ensimmäisenä totesi nämä luvut. STEPANOVAN (1969) mukaan Lupinus polyphyllus L.:n kromosomimäärän ovat todenneet sekä SAVCENKO että TUSNJAKOVA molemmat erikseen vuonna 1935. DARLINGTONin ja JANAKIn (1945) mukaan tämän on tehnyt COOPER vuonna 1936.

Lupinus polyphyllus-lajin kotimaa on Pohjois-Amerikka, vuoristoseudut Kaliforniasta Alaskaan (MAJSURJAN 1962 a, b). Eurooppaan se tuotiin n. 100 vuotta sitten, ja nykyään se kasvaa hyvin myös Suomessa. KALLIO (toim. 1980) antaa tietoa, jonka mukaan se on "viljelty Suomessa jo vanhastaan ja se villiintyy helposti puutarhoihin ja teiden varsille etenkin maan eteläosissa".

Lupinus polyphyllus L. on monivuotinen kasvi, jossa on paljon sivu- ja jälkiversoja sekä lehtiä. FILIMONOVA (1962 b) huomauttaa, että tätä kasvia on mahdollista viljellä kaksivuotisena.

Komean lupiinin kasvutapa ja versoutuminen on sekä mono- että sympodiallinen. Sen varsi voi olla väriltään vihreä tai vaaleanvihreä typen saannista riippumatta, ja se on melko karvainen. Varsi voi kasvaa yli metrin korkeiseksi ja muodostaa kukinnon, jonka pituus on jopa 50 cm, ja siinä on monta pientä kukkaa (MAJSURJAN 1962 a).

Komea lupiini antaa kypsän siemensadon Arkangelin korkeudella saakka pohjoisessa. Sen siemenet ovat pienehköjä ruskeita tai tummanruskeita 1000 sp. on vain 20-30 g. Pienisiemienisyys on hyvä ominaisuus viljelyn kannalta. Se mahdollistaa siemenkustannusten alentamisen.

-----  
\*suomenkielinen nimi PUUTARHALIITTO (1983) ja KALLIO (toim. 1980) mukaan

MAJSURJANin (1962b c) mukaan monivuotinen lupiini kestää hyvin talven yli. VALLĒn (1941) mielestä viljelty apila kestää paremmin talvea kuin viljelty Lupinus polyphyllus L. FILIMONOVA (1962b) esitti väitteen, jonka mukaan Neuvostoliitossa kasvaa makea monivuotinen lupiini, joka talvehtii hyvin.

Monivuotista lupiinia käytetään viherlannoitteena, metsälannoitteena (erityisesti DDR:ssä ja Neuvostoliitossa), rehuna metsäeläimille sekä lisäksi puutarhalannoitteena. Monivuotinen lupiini on myös kaunis koristekasvi. Se on ristisiittoinen (MAJSURJAN 1962a).

### 3.1.6. Lupinus mutabilis Sweet

Lupinus mutabilis\* kuuluu amerikkalaisiin lupiineihin. Sen diploidin kromosomimäärä on 48 ja haploidien 24. BARBACKIn (1952) mukaan haploidin kromosomimäärän on todennut SAVČENKO vuonna 1935. STEPANOVAn (1969) mukaan diploidin (2x) kromosomimäärän totesi VINGE vuonna 1925.

Lupinus mutabilis Sweetin kotimaa on Etelä-Amerikka, jossa sitä on viljelty ja viljellään runsaasti. Siitä ei esiinny villimuotoa. Sen alkuperä on hybridinen kuten maissin (MAJSURJAN 1962a).

Lupinus mutabilis Sweet muistuttaa hyvin paljon Lupinus albus-lajia. Se poikkeaa muista amerikkalaisista lupiineista siten, ettei se ole pienisiemeninen, vaan selvästi isosiemeninen. Siementen pituus on 10-11 mm ja 1000 sp. 135-180 (MAJSURJAN 1962a).

-----  
\*Virallista suomenkielistä nimeä ei ole olemassakaan.

Lupinus mutabilis Sweet kasvaa nopeasti. Se on korkea kasvi, joka versoutuu sympodiallyisesti. Euroopassa sitä viljellään pääasiallisesti koristekasvina. Kukat ovat kauniit ja niiden tuoksu on erittäin miellyttävä.

### 3.1.7. Lupinus elegans H.B.K.

Lupinus elegans\* on yksivuotinen kasvi. Sen varsi on tavallisesti n. 60-70 cm pitkä, pyöreä ja karvainen (STEPANOVA 1971, STUCZYŃSKA 1968). Varren väri voi olla joko vihreä ja punertava tai pelkästään vihreä. Tästä johtuen tyylikkäällä lupiinilla on kaksi eri muotoa (STUCZYŃSKA 1968). Botaanisesti katsoen Lupinus elegans -lajia käsittelevässä kirjallisuudessa on ristiriita. SMITHin mukaan L. elegans on sama kuin Lupinus Barkeri L. VON SENGBUSCH esittää hypoteesin, että Lupinus elegans on vain yksi Lupinus pubescens Benth.-muodoista. ATABEKOVA taas toteaa, että kysymyksessä on itsenäinen lupiinilaji (HACKBARTH 1961; SENGBUSCH 1942; ATABEKOVA 1959, 1962; STUCZYŃSKA 1968).

Tämän lajin kukat ovat joko siniset tai lilanväriset. Palot ovat kypsymisen aikana mustat ja aina itseavautuvat. Siemenet ovat vaaleanharmaita ja niissä on tummia pilkkuja. Vuonna 1962 STUCZYŃSKA sai Puolassa Lupinus elegans -lajista uuden mutaation, jonka siemenet olivat vaaleat. Vuotta myöhemmin saatiin mutaatio, jossa siemenet olivat ruskeat. 1000 sp. on 16-18 g. Kromosomimäärä  $2n=48$  (STUCZYŃSKA 1968).

-----  
\*Virallista suomenkielistä nimeä ei ole olemassakaan.

Lupinus elegans H.B.K. on amerikkalainen lupiini. Tähän mennessä sitä on käytetty koristekasvina. Jalostustyössä sen osuus on merkittävä. Tyylikäs lupiini kestää erittäin hyvin palkokasvien tauteja ja tuholaisia.

### 3.1.8. Lupinus albococcineus Hort.

Lupinus albococcineuksen\* varren pituus on tavallisesti 70-80 cm, kuitenkin ei yli 1 m. Varren väri on vaaleanvihreä ja punertava. Varsi on vain vähän karvainen (STEPANOVA 1971). Kasvin lehdet ovat isot ja kukkien väri hennon vaaleanpunainen, joka kukinnan loppuvaiheessa vaihtuu punaiseksi. Kasvi on ristisiittoinen.

Palot ovat kypsymisaikana vaaleanruskeita. Ne avautuvat itse. Siemenet ovat valkoisia ja pieniä. 1000 sp. on 25-30 g. Koristekasvina viljeltävän ruusunpunaisen lupiinin hyviä puolia ovat sen siementen hyvä lisäyskerroin, varhaisuus, alhainen alkaloidipitoisuus, tautien kestävyys ja siementen pienuudesta johtuva pieni kylvömäärä (STEPANOVA 1971).

### 3.1.9. Lupinus succulentus Dougl.

Lupinus succulentus\* on tavallisesti 35-40 cm pitkä. Varressa ei ole karvoja. Kukkien väri on sinivioletti. Lupinus succulentus Dougl. -lajilla on vaaleanruskeat palot, jotka ovat itseavautuvia. Myös siemenet ovat ruskeat ja pienet. Niiden paino on 26-35 g/1000 kpl.

Tämän lajin kromosomimäärä on  $2n=48$ . Lupinus succulentus Dougl. on maailman varhaisin lupiinin luonnonvarainen laji. Sen kasvuaika on vähintään 85 päivää (hyvissä oloissa) ja korkeintaan 96 päivää (erittäin huonoissa kasvuoloissa) (STEPANOVA 1971).

-----  
\*Suomenkielistä nimeä ei ole olemassakaan



## 3.2. Lupiinilajikkeet

Nykyään lupiinin jalostustyö on niin pitkällä, että sen eri lajien lajikemäärä on noussut huomattavasti. Tämä johtuu lisäksi siitä, että lupiinin tutkimus- ja jalostustyön historia on pitkä.

Seuraavassa on tehty luettelo niistä lajikkeista, joiden yhteydessä on mainittu laji ja alkuperämaa. Lista ei ole täydellinen ja perustuu lupiinitutkimusta koskevaan kirjallisuuteen. (Lähteet: FORBES & BURTON (1966, 1967), GIBSON & ALSTON (1982), GLADSTONES (1958, 1970), HANELT (1960), HARRISON & WILLIAMS (1983), KING (1981), MOSKOV-SKAJA ORDENA LENINA SELSKOHOZJAJSTVENNAJA AKADEMIJA IM. K.A. TIMIRJAZEVA (1962), NOWACKI (1958), SAMUL & PAPROCKI (1983), SARIĆ & ROMASEVAĆ (1981), SCHOENEBERGER YM. (1981), ZALESKI & ZALESKA (1982)).

LUPINUS ANGUSTIFOLIUS

1. var. Belorusskij 5	Neuvostoliitto
2. var. Bielak x/	Puola
3. var. Bienjakonskij 355	Neuvostoliitto
4. var. Bienjakonskij 484	Neuvostoliitto
5. var. Bienjakonskij 486	Neuvostoliitto
6. var. Bienjakonskij 714	Neuvostoliitto
7. var. Blanco	USA
8. var. Borre	Ruotsi
9. var. Chitic	Australia
10. var. Edelweiss	Länsi-Saksa (?)
11. var. Emir	Puola

-----  
 x/ HARRISONin ja WILLIAMSin (1983) kirjoituksen mukaan tämän lajikkeen alkuperämaa on Neuvostoliitto.

12. var. Frost	USA
13. var. Gladstones	Australia
14. var. Gülzower süsse Blau Lupine	DDR
15. var. Ignis	Puola
16. var. Jasnolistny	Puola
17. var. linja Jo - L - 8	Suomi
18. var. Kazan	Puola
19. var. Krasvolistnyj 54	Neuvostoliitto
20. var. Kuba	Puola
21. var. LN 28	tuntematon
22. var. Marri	Australia
23. var. Mirela	Puola
24. var. Murzyn	Puola
25. var. Murzynek	Puola
26. var. Müncheberger Blaue Grüngutter Süsslupine	Saksa
27. var. Müncheberger Blaue Süsslupine II	Saksa
28. var. Niebieski PZHR	Puola
29. var. Niemczynovskij	Neuvostoliitto
30. var. Novozubkovskij	Neuvostoliitto
31. var. Obornicki	Puola
32. var. Pastewny Waskolistny Nakrapiany	PZHR Puola
33. var. Pozdnyj 206	Neuvostoliitto
34. var. Puławski	Puola
35. var. Puławski Gorzki	Puola

36. var. Puławski Wysoki Wczesny	Puola
37. var. Rannij 79	Neuvostoliitto
38. var. Rannij 170	Neuvostoliitto
39. var. Remik	Puola
40. var. Rozovyj 399	Neuvostoliitto
41. var. Rozovyj Rannij GDS-1	Neuvostoliitto
42. var. Ród 21	Puola
43. var. Ród 7003	Puola
44. var. Ród 7001	Puola
45. var. Ród 7009	Puola
46. var. Ród 7012	Puola
47. var. Różowy Pastewny	Puola
48. var. Schwako	DDR
49. var. Severnyj 3	Neuvostoliitto
50. var. Sinij 1	Neuvostoliitto
51. var. Sinij 148	Neuvostoliitto
52. var. Sinij 173	Neuvostoliitto
53. var. Sinij 174	Neuvostoliitto
54. var. Sinje-rozovyj 2	Neuvostoliitto
55. var. Sinje-rozovyj 645	Neuvostoliitto
56. var. Sredne-spelyj	Neuvostoliitto
57. var. Superexpres	Puola
58. var. Svalöv Böre	Ruotsi
59. var. Szybkoędny	Puola
60. var. Trebač 8	DDR
61. var. Turkus	Puola
62. var. Unicrop	Australia
63. var. Unicrop 2	Australia
64. var. Uniharvest	Australia
65. var. Uniwhite	Australia
66. var. 86	Neuvostoliitto

67. var. 1842	Neuvostoliitto
68. var. 1873	Neuvostoliitto
69. var. 1882	Neuvostoliitto
70. var. Zielonolistny	Puola
71. var. Zodino 1	Neuvostoliitto
72. var. Zodino 2	Neuvostoliitto

LUPINUS LUTEUS

1. var. Afus	Puola
2. var. Aga	Puola
3. var. Alteria	Länsi-Saksa
4. var. As	Puola
5. var. Aurea	Chile
6. var. Bas	Puola
7. var. Biażonasienny PZHR	Puola
8. var. Biażonasienny Wczesny	Puola
9. var. Bielański	Puola
10. var. Bielański Pastewny	Puola
11. var. Bielorusskij Kormovyj	Neuvostoliitto
12. var. Bielorusskij 6	Neuvostoliitto
13. var. Bielyj 250	Neuvostoliitto
14. var. Bystrorastuščij 3	Neuvostoliitto
15. var. Bystrorastuščij 4	Neuvostoliitto
16. var. Bystrorastuščij 278	Neuvostoliitto
17. var. Cytrynowy	Puola
18. var. Cyd	Puola
19. var. Ekspress	Puola
20. var. Gardenjaj	Neuvostoliitto

21. var. Granit	Puola
22. var. Gölzower Süsse	Saksa
23. var. Iryd	Puola
24. var. Kormovyj 190	Neuvostoliitto
25. var. Lima	Puola
26. var. Maloalkaloidnyj 1	Neuvostoliitto
27. var. Maloalkaloidnyj 2	Neuvostoliitto
28. var. Maloalkaloidnyj 3	Neuvostoliitto
29. var. Mazowiecki	Puola
30. var. Newen	Tanska
31. var. Normale	Saksa
32. var. Nosovskij Bielesemiannyj	Neuvostoliitto
33. var. Oliwski	Puola
34. var. Orbit	Puola
35. var. Palvo	Hollanti
36. var. PaŻucki	Puola
37. var. Pastewny Żółty Niepękający IHAR	Puola
38. var. Pomorski Pastewny	Puola
39. var. Popularny	Puola
40. var. Poznanski	Puola
41. var. Reda	Puola
42. var. Reforma	Tanska
43. var. Sam	Puola
44. var. St. 1686	Saksa
45. var. St. 7844	Saksa
46. var. Sulfa	Länsi-Saksa
47. var. Tomik	Puola
48. var. Topaz	Puola
49. var. Ventus	Puola
50. var. Weiko I	Saksa
51. var. Weiko II	Saksa
52. var. Weiko III	DDR
53. var. Żółty PZHR Marmurkowy	Puola

LUPINUS ALBUS

1. var. Astra	Länsi-Saksa (?) Peru(?)
2. var. Biały I	Puola
3. var. Biały II	Puola
4. var. Biały III	Puola
5. var. Biały IV	Puola
6. var. Blanca	Länsi-Saksa
7. var. Bosna	Jugoslavia
8. var. Gela	Länsi-Saksa
9. var. Hamburg	Länsi-Saksa (?)
10. var. Hansa	Länsi-Saksa
11. var. Hetman	Puola
12. var. Kali	Puola
13. var. Kalina	Puola
14. var. Kalinka	Puola
15. var. Kievskij Mutant	Neuvostoliitto
16. var. Kievskij Skorospely	Neuvostoliitto
17. var. Kleinkörnige	Länsi-Saksa
18. var. Kraftquell	Länsi-Saksa
19. var. Lupini Bean	Italia (?)
20. var. Multolupa	Peru ja Chile
21. var. Nahrquell	DDR
22. var. Neuland	Länsi-Saksa
23. var. Neutra	DDR
24. var. Nosovskij 3	Neuvostoliitto
25. var. Pastewny Biały Późny	Puola
26. var. Pastewny Biały Średniowczesny	Puola
27. var. Pastewny Biały Wczesny	Puola
28. var. Przebędowski Średniowczesny	Puola
29. var. Przebędowski Wczesny	Puola
30. var. SKK 79	tuntematon
31. var. Ultra	Länsi-Saksa
32. Wat	Puola

#### 4. LUPIININ KEMIALLINEN KOOSTUMUS

Lupiinin kemiallinen koostumus on erittäin tärkeä tekijä tarkasteltaessa viljelytoimenpiteitä ja sadon käyttöä. Tämän vuoksi lupiinin kemiallisten ominaisuuksien tunteminen on tärkeä. Toisaalta kemiallinen analyysi saattaa antaa kuvan lupiinin lajista, lajikkeesta ja kasvuoloista.

##### 4.1. Tuhka

###### 4.1.1. Juuri

FILIMONOVA (1962b) mainitsee lupiinin (Lupinus polyphyllus Lindl.) juurien tuhkan määräksi 480 kg/ha, mikä on suhteellisen korkea luku. Suomalaisissa lähteissä mainitaan, että juuriston määrä on 110-2300 kg tuoreainetta/ha (VARIS 1983; VARIS YM. 1983). Juurien tuhkaan vaikuttaa ensisijaisesti lupiinin lannoitus. GUKOVAN (1962) tietojen perusteella juurien osuus koko tuhkasta vaihtelee hyvin paljon ja on suurimmillaan silloin, kun fosforilannoitus on maksimaalinen. Tuhkassa on kasvupaikasta, lannoituksesta, säästä sekä fysiologisesta iästä riippuen esim. fosforia, typpeä, kaliumia, kalsiumia, natriumia, mangaania, piitä, magnesiumia, booria, rikkiä, rautaa ja kobolttia sekä kuparia.

###### 4.1.2. Varsi

Varren tuhkaan vaikuttavat lähinnä lupiinin fysiologinen ikä, kasvualusta ja lannoitus. Korjuun aikana tuhkaa on noin 10-20 % varren kuiva-ainesta. Varren tuhkan alkuaineet voivat olla samat kuin juuressa. Niiden suhde kuitenkin vaihtelee: kalsiumin, kaliumin, typen ja kuparin osuus kasvaa, piin osuus pienenee.

#### 4.1.3. Siemen

Siementen tuhkan pitoisuudet riippuvat ensisijaisesti lannoituksesta, siemenen kypsymisestä ja kasvuolustasta. TELLO YM. (1980) tutkiessaan Lupinus mutabilis Sweet-lajin (lajike Kayra) siementen kemiallista koostumusta sai seuraavia tuloksia:

Kalsium	412.50 mg/100 g tuhka (Lenizas)
Rauta	19.90 "
Magnesium	69.10 "
Kalium	28.60 "
Natrium	52.40 "
Fosfori	1.45 g/100G

Perulaisessa lupiinissa esiintyi siis yllättävän vähän kaliumia ja suhteellisen paljon natriumia (kaliumin korvausko?). Myös magnesiumin ja raudan taso oli korkea. Tuhkan osuus oli 5% kuiva-aineesta (TELLO YM. 1980).

#### 4.2. Valkuainen

Lupiinissa on huomattavan paljon valkuaista. Sen vihermassan valkuaispitoisuus voi olla lajista ja oloista riippuen 7-25% ja siemenissä 20-72%. TELLO (1980) totesi lupiinin sisältävän 72% raakavalkuaista kuiva-ainesta. Eurooppalaisissa lupiineissa on hyvin yleisesti 28-46% rv ka:sta (POMPEI 1979). Japanissa tehdyn tutkimuksen mukaan Lupinus mutabilis-lajin raakavalkuaispitoisuus vaihtelee 37.4-42.7% ka:sta, Lupinus albus-lajin 38.2-42.7% ja vastaavasti Lupinus luteus-lajin 41.1-47.6% ka:sta. Vertailussa soijan rv-pitoisuus oli 39-52% ka:sta (ARAI YM. 1978). TELLO:n tutkimus on erittäin mielenkiintoinen sen takia, että siinä on todettu selvästi raakavalkuaisen ja rasvan välinen negatiivinen korrelaatio (72%:1%), kun taas japanilaiset saivat samankaltaisen korrelaation, mutta eri tasolla (39%:1%). Molemmissa tapauksissa käytettiin samaa analyysimenetelmää.



Lupiinin valkuaissadosta voidaan todeta, että sen vihermassasta saatu valkuaissato on suurempi ha:ta kohti kuin siemen-sadosta saatu tämä kävi selvästi ilmi ZAVESKAN ja ZAVESKIn (1982) tutkimuksissa (Lupinus luteus var. Mazowiecki). He saivat vihermassasta 744.2-843.0 kg sulavaraakavalkuaista ja siemenistä ( $\bar{x}$ ) 521.8 kg syy/ha (ZAVESKA & ZAVESKI 1982).

Uusiseelantilaiset HILL ja HORN (1975) ja heidän tietojensa perusteella myös POMPEI (1979) toteavat siementen raakavalkuaisten hehtaarisadon olevan lajista riippuen seuraava:

Lupinus albus 9.5-10.8 q/ha (980-1080 kg/ha)

Lupinus luteus 6.5-8.5 q/ha (650-850 kg/ha)

Lupinus angustifolius 11.2-15.2 q/ha (1120-1520 kg/ha)

Lupinus mutabilis 11.4-13.8 q/ha (1140-1380 kg/ha)

He tekivät mielenkiintoisen vertailun muiden palkokasvien siemenvalkuaissatoihin:

Glycine max. 8.4 q/ha (840 kg/ha)

Pisum arvense 10.4 q/ha (1040 kg/ha)

Vicia faba 6.6 q/ha (660 kg/ha)

(POMPEI 1979). Tuloksista ilmenee, että lupiinit ovat hyvin kilpailukykyisiä tuotettaessa siemenproteiinia. Sama koskee myös vihermassasta saatua raakavalkuaista. Jo BARBACKI (1952) huomasi, että lupiinin valkuaissato vihermassassa voi olla jopa 20 q/ha, ts. 2000 kg/ha.

#### 4.2.1 Konglutiini

Lupiinin valkuaista nimitetään konglutiiniksi. Se on globuliinin kaltaista muttei ole laadullisesti täydellistä. Konglutiini puhtaassa muodossa on väriltään puhtaan valkoinen. Se liukenee NaCl:een,  $H_3PO_4$ :aan,  $CH_3COOH$ :aan ja

(COOH)<sub>2</sub>:teen. BARBACKI (1952) selostaa OSBORNEN ja STRAUSSIN (1921) tutkimusta, jossa esitetään, että konglutiinissa voi esiintyä eri muotoja.

Konglutiinin koostumus %						
	C	H	N	S	O	Summa
Konglutiini	51.75	6.96	17.57	0.62	23.10	100.0
Konglutiini	49.49	6.81	18.40	1.67	23.63	100.0

DURANTI ja CERLETTI (1979, 1983) toteavat, että nykybiokemian kannalta konglutiini, valkuainen eli proteiini koostuu kahdesta eri fraktiosta:

Albumiini 12.8 % koko konglutiinista (proteiinista)  
 Globuliini 87.2 % " "

Globuliini taas koostuu fraktioista 1-7, joista viisi (1, 4, 5., 6. ja 7.) on erittäin tärkeitä:

<u>Tärkeimmät lupiinin globuliinin fraktiot</u>						
	1	4	5	6	7	Summa
%	5.92	9.96	2.1	31.39	45.07	94.44

(DURANTI & CERLETTI 1979).

Lisäksi on mainittava, että lupiinin raakavalkuaisen N-osuus on 16.0 % (ELMADFA YM. 1982, BALLESTER YM. 1980).

Sen sijaan sulava-raakavalkuaisen ja puhdasvalkuaisen N-osuus ei ole vakio vaan vaihtelee sekä lajin että alkaloidipitoisuuden mukaan. ELMADFA YM. (1982) esittävät sen yhteydessä tieteellisesti kyseenalaisen raakavalkuaisen laskelman, jossa he pyrkivät parannettuun tulokseen:  $\text{Protein} (=N \times 6.25)$  ja sen jälkeen  $\text{Protein korrigiert} = N \times 6.25 - \text{Alkaloide} \times 0.706$  (kysymyksessä on Lupinus mutabilis).

Taulukko 2. Lupiin aminosäppöjen tutkimukset tuloksineen

Tutkimus, paikka ja vuosi	Aminohapot % valkuaisesta																
	LYS	HIS	ARG	ASP	THR	SER	GLU	PRO	GLY	ALA	CYS	VAL	MET	ILE	LEU	TYR	PHE
ONSLOV, 1931 Cambridge	2.7	2.5	10.9	3.0	-	-	6.5	2.6	0.8	2.5	-	1.1	-	-	6.8	-	-
SMIRNOVA- NIKOVA, 1952 Moskova	3.5	2.2	10.1	2.1 3.2	-	-	-	-	-	-	1.4	-	1.3 1.4	-	-	3.0 3.5	-
GRIN, 1962 Moskova	2.5 3.0	2.0 2.5	-	-	-	-	23 25	-	-	-	-	-	1.6 2.0	-	-	-	-
ARAI YM., 1978 Tokyo	5.3 6.4	2.2 4.6	8.9 13.8	8.8 12.0	1.6 4.6	4.5 6.7	20 31	3.5 4.5	3.8 5.1	3.2 9.6	0.8 2.5	4.0 5.0	0.3 0.5	4.2 4.6	6.1 10.0	3.8 5.1	3.5 4.8
TELLO YM., 1980 Lima	6.6	4.2	11.1	8.65	3.0	4.3	26	4.0	3.7	3.1	-	4.9	-	4.4	7.8	-	0.5
BALLESTER YM. 1980 Santiago de Chile	4.3	1.9	10.3	9.4	3.3	3.8	31	4.6	3.3	2.8	2.5	3.7	0.7	4.0	6.9	4.4	-
BARNETT YM., 1981 Wollongbar, Austr.	1.3	0.7	3.3	-	1.0	-	-	-	-	-	0.4	1.05	0.1	1.2	2.2	1.0	1.0
KING, 1981 Werribee, Austr.	1.3	0.7	2.6	-	1.0	-	-	-	-	-	0.4	1.1	0.1	1.1	1.9	1.0	-
ELMADFA YM., 1982 Gie Ben BRD	5.7	3.4	10.9	10.4	4.2	5.3	24	4.5	4.5	3.4	1.7	4.2	0.4	4.9	7.2	1.8	3.6
SARIĆ YM., 1983 Sarajevo Jugosl.	1.7	0.8	3.6	4.6	1.2	1.9	7.7	1.5	7.7	1.3	0.7	1.6	0.7	1.4	2.9	1.0	1.2

Lähteet seur. sivulla

#### 4.2.2. Aminohapot

Lupiinin aminohappojen laatua ja määrää on tutkittu laajalti ja asiasta on esitetty toisistaan hieman poikkeavia tietoja. Taulukossa no. 2 esitetään eri aikoina tehtyjen tutkimusten tuloksia, jotka kuvaavat lupiinin valkuaisen aminohappoja. Taulukosta käy ilmi, että lupiinin valkuaista on tutkittu pitkään. Hyvin suuret erot (esim. lysiinin pitoisuus vaihtelee 1.3 - 6.6 % ) johtuvat ensisijaisesti eri lupiinilajeista ja lajikkeista. Mainittujen tutkimusten tekijöistä vain australialaiset BARNETT YM. (1981) ja KING (1981) tutkivat samaa Lupinus angustifolius-lajin Unicrop lajiketta ja heidän tuloksensa ovat samankaltaisia (erot kuitenkin arg:n  $\pm 0.7$ , ile:n  $\pm 0.1$  ja leu:n  $\pm 0.3$  % kohdalla). Lysiinin lisäksi lupiinin histidiini vaihtelee 0.7-4.6 % , lupiinin argiini 2.6-13.8 % , asparagiini 2.1-12.0 % , treoniini 1.6-3.4 % , kysteiini 0.4-2.5 % sekä metioniini 0.1-2.0 % puhdasta valkuaista. Tämä osoittaisi, että lupiinin valkuainen on aminohapoiltaan parempi, kuin tähän mennessä on ajateltu. Tässä yhteydessä on mielenkiintoista vertailla lupiinin valkuaisen aminohappoja soijan ja muiden viljelykasvien aminohappoihin. Tällainen vertailu on tehty taulukossa 3 sivulla 51. Taulukon tarkastelu osoittaa, että lysiinin suhteen (ottaen huomioon FAOn standardivaatimus kaikista 11 kasvista),

-----

/Lähdeluettelo taulukkoon no.2: Laskelmani yhdenmukaisuuteen /T.A./. ARAI YM. (1978), BALLESTER YM. (1980), BARNETT & BATTERHAM (1981), ELMADFA YM. (1982), GRIN' (1962), KING (1981), ONSLOW (1931), SARIC & ROMASEVAC (1981), SMIRNOVA-IKONNIKOVA (1952), TELLO YM. (1980) /.

Taulukko 3. Lupiinien ja muiden kasvien aminohapot /pisteet/

<u>Viljelykasvi</u>	$\frac{ILE}{1.}$	$\frac{LEU}{2.}$	$\frac{LYS}{3.}$	$\frac{THR}{4.}$	$\frac{VAL}{5.}$	$\frac{TRY}{6.}$	$\frac{CYS+MET}{7.}$	$\frac{PHE+TYR}{8.}$	$\frac{HIS}{9.}$	$\frac{ARG}{10.}$	$\frac{GLU}{11.}$	$\frac{ASP}{12.}$	$\frac{SER}{13.}$	$\frac{PRO}{14.}$	$\frac{GLY}{15.}$	$\frac{ALA}{16.}$
FAOn stan- dardi 1973	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0	soija= 100.0
soija var. NORIN	120.0	107.7	116.4	104.0	102.4	-	59.4	160.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Lupinus mut.	122.5	102.8	103.6	105.0	84.0	50.0	60.0	90.0	63.5	136.2	125.0	86.7	97.4	93.7	122.3	92.4
Lupinus alb.	144.0	130.3	104.7	116.0	99.2	1008.0	54.8	160.0	223.0	162.3	136.1	113.3	123.5	80.0	130.4	113.0
Lupinus lut.	116.0	146.3	116.4	104.0	92.8	896.0	82.3	144.0	176.9	169.0	161.5	86.7	114.7	93.3	139.1	113.0
Lupinus ang.	92.5	88.6	98.2	87.5	74.0	-	51.4	121.7	134.6	172.0	117.0	-	-	-	-	-
Vehnä /keit./	112.5	115.7	65.4	82.5	102.0	220.0	97.1	136.7	149.0	141.2	168.0	49.2	602.9	210.4	135.9	125.0
Riisi /keit./	127.5	144.3	81.8	105.0	134.0	180.0	125.7	181.7	144.0	71.2	100.4	87.5	360.3	91.7	149.4	168.5
Ohra	106.5	99.3	61.5	84.5	103.0	125.0	100.0	100.0	89.9	64.4	113.5	46.3	85.5	187.9	123.6	125.0
Ruis	106.5	96.0	74.2	92.5	194.2	102.0	102.0	132.2	109.6	61.0	108.9	59.7	75.9	108.3	130.1	139.4
Kaura	129.0	107.1	66.7	82.7	119.0	125.0	98.6	155.0	87.6	82.2	103.0	34.4	73.5	84.2	123.6	165.7
Maissi	115.5	185.1	52.4	99.5	102.0	126.0	90.3	177.5	99.0	44.0	90.3	103.5	103.9	173.9	94.2	270.4

Lähteet: LaskeImani /T.A./ . ARAY YM. (1978), BATTERHAM (1979), ELMADFA YM. (1982),  
SIMONDS (1980?).

täyttävät vaatimuksen parhaiten soija ja keltainen lupiini (kummatkin 116.4 pistettä, kun taas FAOn vaatimus on 100 pistettä), valkoinen (104.7 pistettä) sekä muuntelukykyinen lupiini (103.6 pistettä). Pisteet saatiin tavallisella tavalla eli jakamalla aminohapon %-osuus puhtaasta valkuaisesta standardiosuus-%:lla tai aminohapon osuus-%:lla soijassa ja kertomalla tulos 100:lla kaavan mukaisesti:

$$P = \frac{AH\%}{AF\%} \times S, \text{ jossa } S=100 \text{ pistettä}$$

Seuraavalla sijalla on sinilupiini. Viljakasvien lysiinipitoisuus jää selvästi alle FAO:n vaatimustason, eikä pysty kilpailemaan palkokasvien vastaavan pitoisuuden kanssa.

On mielenkiintoista, että lupiinin valkuainen on jopa parempikin kuin soijan valkuainen seuraavien aminohappojen suhteen:

Lupinus mutabilis: ile, thr, cys+met, arg, glu, gly

Lupinus albus: ile, leu, thr, his, arg, glu, asp, ser, gly; ala

Lupinus luteus: ile, leu, cys+met, his, arg, glu, ser, gly, ala

Lupinus angustifolius: his, arg, glu

"Valkuaiskilpailussa" soijan kanssa Lupinus angustifolius jää huonommaksi. Sen sijaan Lupinus mutabilis, ja erityisesti Lupinus albus sekä Lupinus luteus kilpailevat tasaväkiisesti soijan kanssa. Puuttuvat aminohapot analyysissä eivät vaikuta ratkaisevasti tähän. Sen sijaan sen perusteella ei saa tehdä liian rohkeita päätelmiä sen takia, että vertailussa ja arvostelussa on otettava myös muut ominaisuudet: pelkästään aminohappojen vertailu ei riitä.

Vastaava vertailu lupiinin valkuaisen ja viljakasvien valkuaisen kesken antaa perustelut väittää, että:

1. lupiinin valkuaisessa on n. 1.5-2 kertaa enemmän lysiiniä kuin viljakasvien valkuaisessa.
2. viljoissa on selvästi enemmän cys+met-kompleksia kuin lupiinissa ja soijassa.

3. vertailemalla Lupinus angustifolius-lajin aminohappoja ohran aminohappoihin voidaan todeta seuraavaa:  
parempi Lupinus angustifolius: lys, thr, phe+tyr, his, arg, glu  
parempi ohra Hordeum vulgare: ile, leu, val, cys+met  
 Mukaan otettiin vain 10 vertailukelpoista aminohappoa. Näistä lupiinin hyväksi oli 6:4. Samassa vertailussa kauran kanssa suhde oli 5:5, rukiin kanssa 4:6 ja maissin kanssa myös 4:6. Muiden lupiinin vastaava suhde oli:

	ohra	kaura	ruis	maissi
<u>Lupinus mutabilis</u>	8:8	7:9	8:8	6:10
<u>Lupinus albus</u>	12:4	12:4	12:4	10:6
<u>Lupinus luteus</u>	12:4	11:5	12:4	9:7

4. Lupiinin valkuaista siis voidaan täydentää viljan aminohapoilla ja päinvastoin.

#### 4.3. Rasvat

Palkokasvit yleensä sisältävät proteiinin lisäksi suurehkon rasvamäärän. Tästä poikkeavat mm. Pisum arvense ja Vicia faba, joissa rasvapitoisuus on erittäin alhainen. Rasvapi-

Taulukko 4. Lupiinin ja muiden palkokasvien rasvapitoisuus

<u>Kasvi</u>	<u>Rasvapitoisuus %</u>	<u>Rasvasato kg/ha</u>
<u>Arachis hypogea</u>	44-56	1320-1680
<u>Glycine max.</u>	20	400
<u>Lupinus mutabilis</u>	13-23	390-690
<u>Lupinus albus</u>	8-17	220-460
<u>Lupinus angustifolius</u>	5-7	200-280
<u>Lupinus luteus</u>	4-7	70-130
<u>Pisum arvense</u>	-	-
<u>Vicia faba</u>	-	-

(Lähteet: Taulukko perustuu teoksiin: POMPEI (1979), MAZA ENCYKLOPEDIA ROLNICZA (1964). Taulukoissa esiintyneiden lukujen yhdenmukaisuus ja vertailukelpoisuus on minun - T.A.).

toisuudeltaan on maapähkinä palkokasveista ylivoimaisin. Soijassa ja muuntelukykyisessä lupiinissa rasvaa on noin 20 % ja rasvasadon määrä n. 400-500 kg/ha ( $\bar{x}$ ). Valkolupiinin rasvapitoisuus on hieman alhaisempi, mutta tämäkin on teknologisen prosessin kannattavuuden rajalla. POMPEI (1983) katsoo, että taloudellisinta lupiinista on tuottaa öljyä silloin, kun sen rasvapitoisuus on vähintään 14 % ka. Selvästi alle ko. rajaa jää keltaisen ja sinilupiinin rasvapitoisuus. Sinilupiinin rasvasato on kuitenkin noin kaksi kertaa suurempi kuin keltaisen lupiinin. Tämä on otettava huomioon, kun vertaillaan eri lupiinien arvoa. Tähän mennessä on hyvin usein keltalupiinia pidetty parempana kuin sinilupiinina juuri valkuaispitoisuuden perusteelta. Rasvapitoisuutta ei ole yleensä otettu huomioon.

On mielenkiintoista, että rasvapitoisuus lupiinissa on geneettinen ominaisuus. Tämä tarkoittaa sitä, että jalostustyössä saadaan helposti nostetuksi sen taso. Näin on tehty tämän vuosisadan aikana. Rasvapitoisuudella ei ole suoraa yhteyttä (korrelaatiota) valkuaispitoisuuteen eikä siementen kokoon. Tämä tuli selvästi esiin BARBACKIN (1952) kirjoituksessa. Rasvajalostusta lupiinissa vaikeuttaa kuitenkin negatiivinen korrelaatio rasvapitoisuuden ja satotason välillä sekä rasvapitoisuuden ja kasvuajan välillä. Negatiivinen korrelaatio esiintyy myös rasvapitoisuuden ja siementen määrän kertoimen välillä. Siementen määrän kerroin on eri sukupolvien (populaation) siementen suhde seuraavan kaavan mukaisesti:

$$K = \frac{F1_{sm}}{F2_{sm}} \quad \text{jossa } F1_{sm} = \text{siementen määrä}$$

yksilöä kohti populaatiossa  $F1$  ja  $F2_{sm}$  samoista siemenistä saatu siementen määrä yksilöä kohti seuraavassa sukupolvessa (populaatiossa). Negatiivinen korrelaatio esiintyy myös rasvapitoisuuden ja sokeripitoisuuden välillä.



Lupiinin rasvan ominaispaino 20<sup>o</sup> C:n lämpötilassa on 0.92 g/ml. Väriltään rasva on ruskeaa, eikä se kuivu helposti. Se on nestemäinen ja hajuton. Seuraavassa taulukossa on esitetty eri lupiininien rasvojen koostumus ja vertailtu sitä soijan rasvaan.

Taulukko 5. Eri lupiininien ja soijan rasvakoostumus

Rasvan nimi *	Hiilen ja kaksois-sidosten määrä	Lupinus ang.		Lupinus lut.		L. alb.		L. mutab.		Soija	
		1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Myristiinihappo	14:0	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8
Palmitiinihappo	16:0	9.6	-	5.3	4.0	7.6	8.0	8.9	11.6	-	3.4
Palmitooleiinih.	16:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.8
Steariinihappo	18:0	5.8	-	1.5	2.0	1.7	3.0	7.1	7.1	-	51.4
Öljyhappo	18:1	38.0	-	31.4	22.0	56.6	60.0	56.2	52.0	-	5.8
Linoliyhappo	(18:2)	41.0	-	46.9	52.0	19.7	17.0	27.7	27.0	-	0.52
Linoleenihappo	(18:3)	4.2	-	4.2	11.0	5.3	10.0	1.9	1.3	-	-
Arakidiinihappo	(20:0)	0.7	-	2.4	2.0	0.7	1.0	0.6	0.7	-	-
Arakidonihappo	(20:4)	-	-	2.2	-	4.5	-	-	-	-	-
Bohenhappo	(22:0)	1.8	-	3.6	6.0	4.1	1.0	-	-	-	-
Bohenhappo $\Delta^9$ (cis)	(22:1)	3.6	-	3.6	-	4.1	-	-	-	-	-

/Lähteet: Taulukko perustuu teoksiin: ARAI YM. (1978), POMPEI (1979), STRYER (1981). Taulukossa esiintyvien lukujen vertailu on minun -T.A./

1. = POMPEIn mukaan; 2 = ARAI YM:n mukaan; -= ei ole tai tietä puuttuu.

\* Suomenkielisen rasvahappojen nimistö ERKAMAN (1972) mukaan.

Taulukosta no. 5 tulee ilmi, että kaikkien lupiininien dominoivat rasvahapot ovat oleiini- ja linoleinihapot eli hapot, joissa esiintyy 18 hiiliatomia ja yksi tai kaksi kaksoissidosta. Sini- ja keltaisen lupiinin rasvassa suurin osuus on linoleinihapolla, valko- ja muuntelukykyisessä lupiinissa oleiinihapolla. On mielenkiintoista todeta, että tässä suhteessa soijan rasvakoostumus on lähempänä sini- ja keltalupiinin rasvakoostumusta kuin valko- ja muuntelukelpoisten. Kolesterolin osuus kaikista lupiininien lipideistä on pienempi kuin 0.15 %.

## 4.4. Kuitu

Siemenissä kuidun osuus vaihtelee 4-15 % ja vihermassassa 5-30.0 % kasvuajasta riippuen. BATTERHAMin (1979) mukaan lupiinin siemenen kuitumäärä on n. kaksi kertaa isompi kuin soiijan (14.5: 6.6) ja kaikkien lupiinien kuidun osuus on melkein sama.

Lupiinin vihermassan kuidun osuus lisääntyy selvästi kasvuajan myötä.

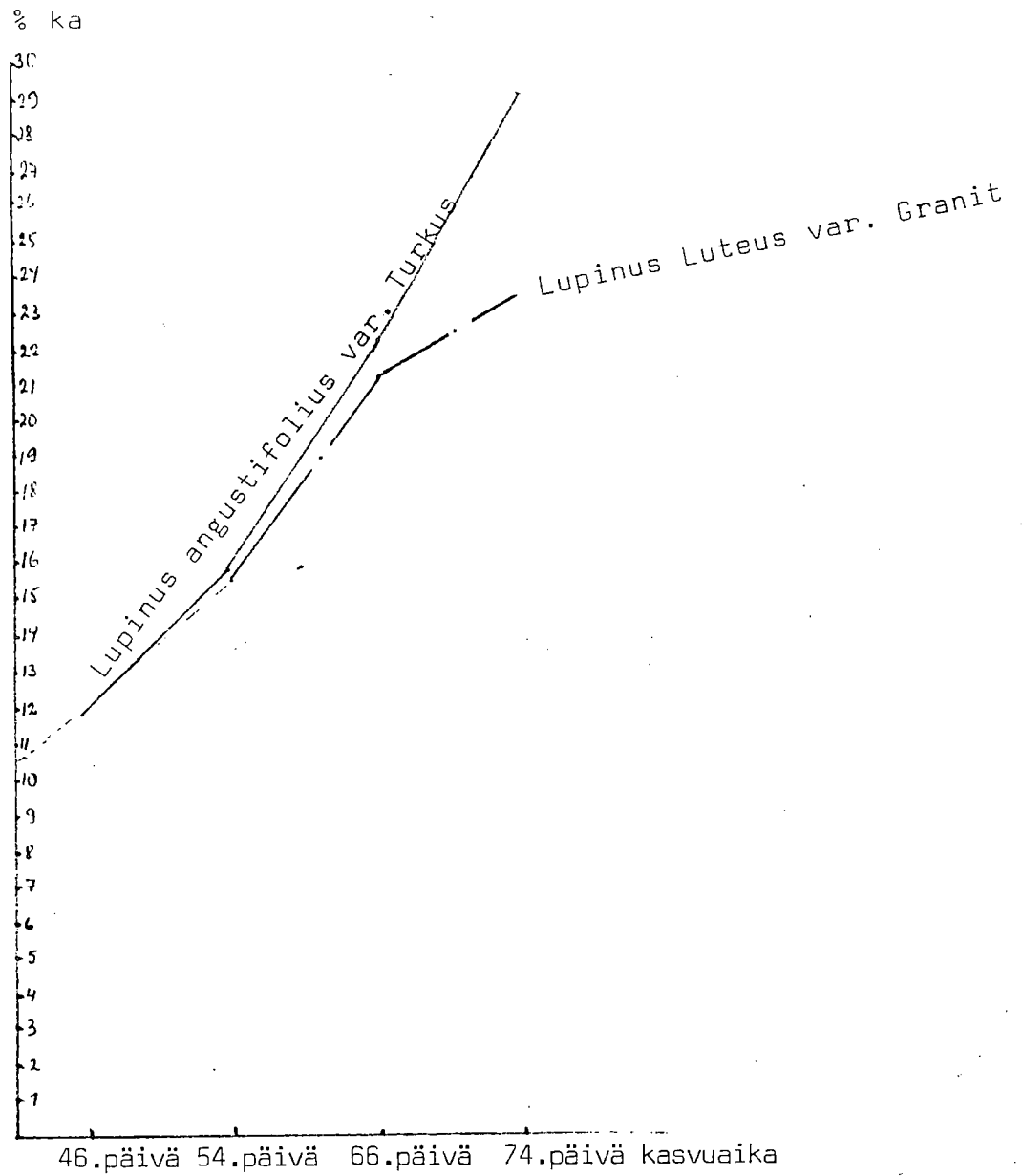
Taulukko 6. Kuidun pitoisuuden riippuvuus kasvuajasta  
(Keski-Suomen tutkimusasema v. 1983,  $n=3, \bar{x}_n$ )

<u>Laji/Lajike</u>	<u>Kuidun osuus %-ka:sta</u> x/
<u>Lupinus angustifolius</u>	
<u>var. Turkus</u>	
46.päivä	11.8
54.päivä	15.4
66.päivä	22.2
74.päivä	29.0
<u>Lupinus luteus</u>	
<u>var. Granit</u>	
54.päivä	15.1
66.päivä	20.7
74.päivä	22.9

x/ Määritykset on tehty MTTK:n Keskuslaboratoriossa. Tutkimus tehtiin v. 1983 Vatiolla ja Pernasaassa.

Fysiologinen ikä on siis kuitupitoisuudessa tärkeä. Itse asiassa lupiinin kuitu koostuu typtettömistä yhdisteistä: selluloosasta, ligniinistä ja hemiselluloosasta. On vain yksi poikkeus. Se koskee lupiinin siementen kuorta. Siinä on lupeoli-yhdistettä, jossa on steariiniryhmä. Lupeolin summäärinen kaava on  $C_{26}H_{42}O$ .

Piirros 8. LUPIININ KUIDUN PITOISUUDEN RIIPPUVUUS  
KASVUAJASTA



(Lähde: Keski-Suomen tutkimusasema. Lupiinin kokeet v.1983.)

(Aniszewski 1984)

Typettömiä yhdisteitä ei ole lupiinissa paljon. Niitä on enemmän siemenissä kuin vihermassassa. Pienessä Maatalous-ensyklopediassa (MAZA ENCYKLOPEDIA ROLNICZA 1964) väitetään, että typettömien yhdisteiden osuus siemenissä on 21.0-36.1 % ka:sta lajista ja lajikkeesta riippuen. Sen sijaan vihermassassa niiden osuus ei ylitä tavallisesti 20 %:a.

Lupiinin typettömiin yhdisteihin kuuluvat pääasiallisesti yksinkertaiset sokerit (glukoosi ja fruktoosi). Suhteellisen merkittävä on myös sakkaroosin osuus. Monisokereita on tosin vähän, ja niistä voidaan mainita tärkkelys, pektiini ja amylopektiini.

SATHE YM:n (1982) mukaan sokerin osuus Lupinus mutabilis -lajin siemenissä on 13.4 % ka:sta. IVANOVIN (1932) tutkimuksen perusteella Lupinus angustifolius -lajin siemenissä oli 16.0 % sokeria, josta tärkkelyksen osuus oli 4.0 % ka:sta. Saman verran sokeria on Lupinus albus ja -luteus -lajeissa. Näin ollen lupiinia ei voi pitää paljon sokeria tuottavana kasvina.

Vihermassassa kokonaissokerin osuus on noin 10 %. Keski-Suomessa kasvatettujen lupiinien sokerin määrä vihermassassa esitetään taulukossa 7.

Taulukko 7. Lupiinien sokeripitoisuus (Keski-Suomen tutkimus-  
asema v. 1983, n=3,  $\bar{x}_n$ )

<u>Laji/Lajike</u>	<u>Kokonais- sokeri/x %ka:sta</u>	<u>fruktoosi (hedelmäso- keri) % ka</u>	<u>glukoosi (rypäleso- keri) % ka</u>	<u>sakkaroosi (ruokoso- keri) % ka</u>
<u>Lupinus angustifolius</u> var. <u>Turkus</u> 95.kasvupäivä vihersato	12.18	4.23	3.79	4.16
<u>Lupinus luteus</u> var. <u>Granit</u> 95.kasvupäivä vihersato	9.84	3.27	5.21	1.36

x/ Suomenkieliset nimet MAATALOUDEN SANAKIRJAN (1958) mukaan. Määritykset on tehty MTTK:n Keskuslaboratoriossa. Tutkimus on tehty v. 1983 Vatiolla ja Pernasaaressa.

Sinilupiinin pääsokerit ovat fruktoosi ja sakkaroosi, kun taas keltalupiinin tuottama pääsokeri on glukoosi. Sokeripitoisuus riippuu monista kasvutekijöistä ja geneettisistä ominaisuuksista. Lupiinin myöhemmässä kasvuvaiheessa on siinä sokeria vähemmän kuin ennen kukintaa. Lupiinin lajeissa, joissa esiintyy jälkikasvua (lähinnä Lupinus polyphyllus ja L. luteus -lajin erikoislajikkeet) sokeripitoisuus ensimmäisessä niitossa on huomattavampi kuin toisessa.

Yleistä on selvä *n e g a t i i v i n e n* korrelaatio sokeri- ja valkuaispitoisuuden välillä. Sen sijaan sokeripitoisuuden ja kitkeröaineiden (alkaloidit) pitoisuuden välillä ei ole yhteyttä. Tämä on erittäin tärkeä tieto lupiinin "katkera"- ja "makea"- lajikeominaisuuksien ymmärtämiseksi.

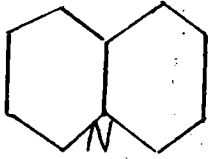
#### 4.6. Alkaloidit

Alkaloidit ovat tyypellisiä yhdisteitä, joiden suuri määrä vaikuttaa toksisesti kylmä- ja lämminverisiin organismeihin. Niiden esiintyminen lupiinissa on tämän kasvin geneettinen ominaisuus. Alkaloidit esiintyvät myös muissa kasveissa esim. ohrassa, jossa on mm. hordeniini eli N,N-di-metyyliamiini (BRIGGS 1978). Sen pitoisuus on kuitenkin niin pieni, että sillä ei ole minkäänlaista vaikutusta toksisiinä. Puhdas hordeniini suuressa konsentraatiossa on myrkyä, joka voi tappaa ihmisen. Luonnossa tällaista konsentraatiota ei esiinny. Tähän mennessä ei ole todettu sellaista lupiinin muotoa, joka olisi ollut täysin ilman alkaloidia.

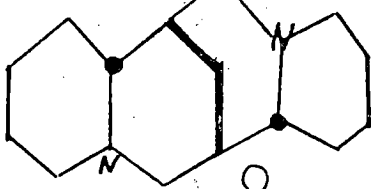
Saamme tietoa alkaloidista koko ajan enemmän ja enemmän. BECKERin (1929) kirjassa on luokiteltu neljä alkaloidia, BARBACKin (1952) 17 ja HATZOLDin (1982) väitöskirjassa on lueteltu ja piirretty rakennekaavoja jo 27 eri lupiinialkaloidista.

Lupiini alkaloidit HATZOLDin (1982) mukaan

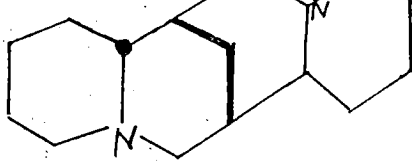
Kinolisidiini



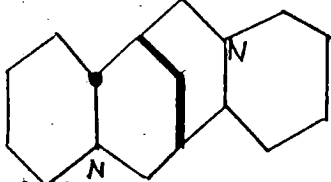
&-Isospartaiini



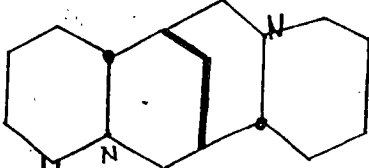
17-Oksyspartaiini



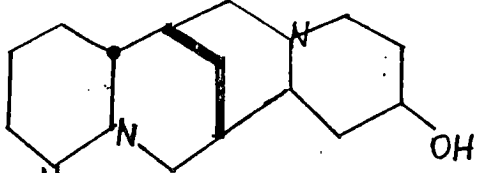
17-Pentylspartaiini



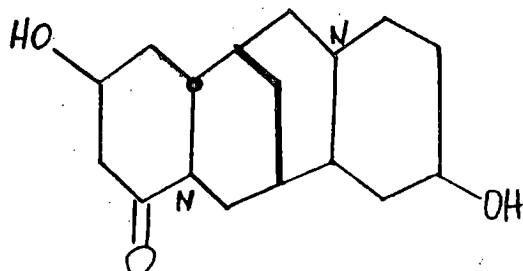
&-Isolupaniini



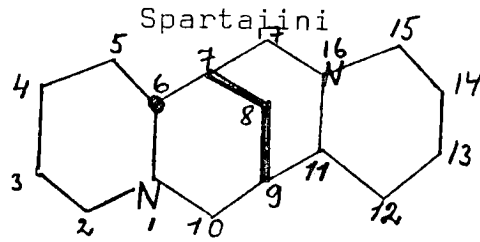
13-Hydroksylupaniini



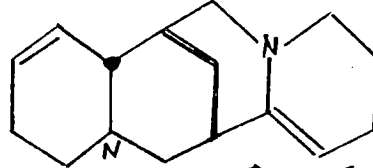
4,13-Dihydroksylupaniini



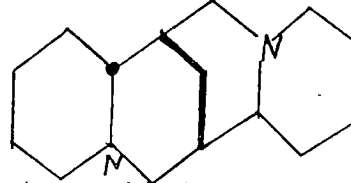
Spartaiini



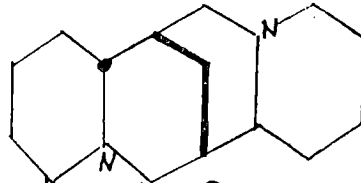
4,5-11,12-Didehydrosparta-  
iini



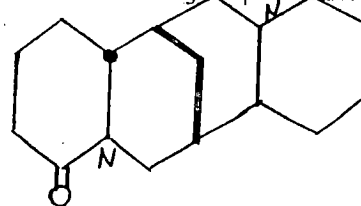
17-Butylspartaiini



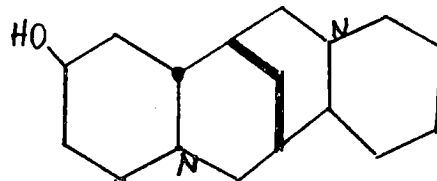
Lupaniini



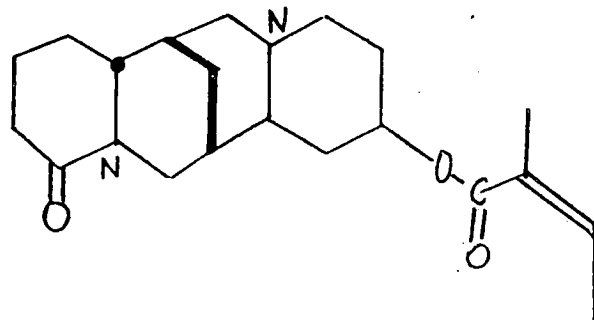
17-Oksylupaniini



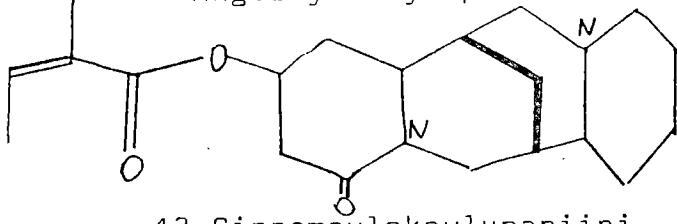
4-Hydroksylupaniini



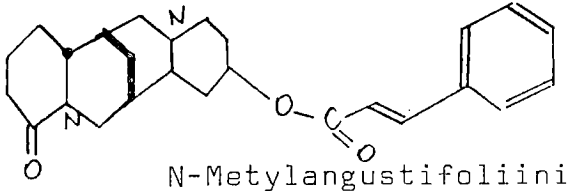
13-Angeloyloksylupaniini



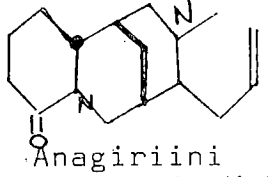
4-Angeloyloksylupaniini



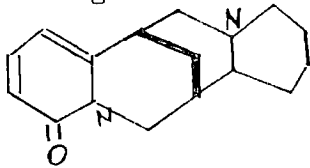
13-Cinnamoyloksylupaniini



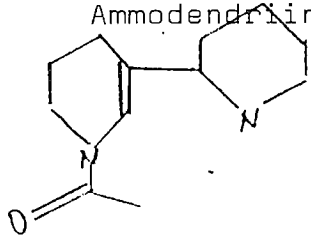
N-Metylangustifoliini



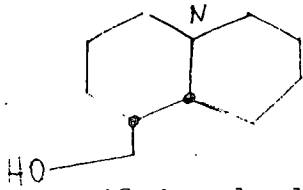
Anagiriini



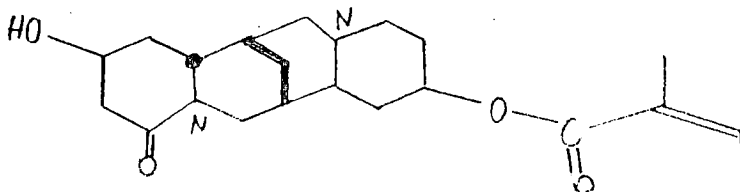
Amodendriini



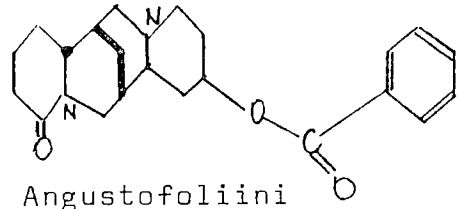
Lupiniini



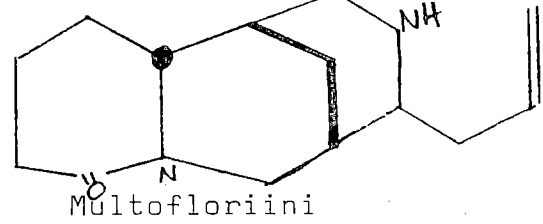
13-Angeloyloksy-4-Hydroksylupaniini



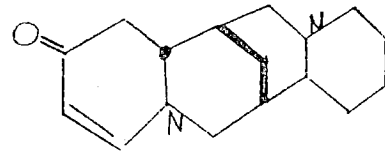
13-Bentsoyloksylupaniini



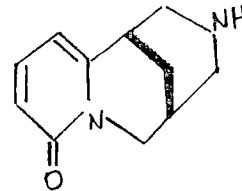
Angustofoliini



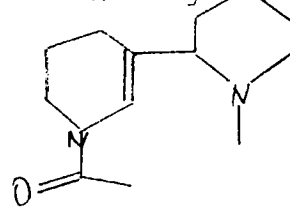
Multofloriini



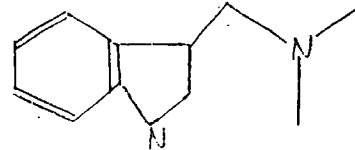
Kystiini



N-Metylammodendriini



Gramiini



Alkaloidien myrkyllisyydestä todistaa se, että esim. ihmisen kuolemaan riittää 413 mg puhdasta 100 % spartainia tai 155 mg puhdasta 100 % spartainisulfaattia. Puhtaiden alkaloidien LD<sub>50</sub>-arvo vaihtelee koe-eläimistä riippuen 42-2060 (HATZOLD 1982). Puhtaiden alkaloidien myrkyllisyys on kuitenkin vain teoreettinen käsite. Alkaloidit eivät esiinny lupiineissa puhtaina 100 % muodossa. Niiden pitoisuus on makeissa lajikkeissa 0.001 % ka:sta ja sen lisäksi alkaloidit liukenevat veteen tai muuhun liuokseen. Niiden poisto on helppoa ja varmaa. Tästä johtuen alkaloidit eivät ole nykyään lupiinin kannalta mikään ongelma. Alkaloidista johtuva toksisuus on siis pieni. Makeissa lupiinin lajikkeissa se on pienempi kuin monissa muissa palkokasveissa. HOVE ja KING (1978) toteavat, että makean Lupinus angustifolius-lajin siemeniä (täysin ja ei täysin kypsyneitä) voidaan suoraan käyttää raakana ruokintaan. Niiden käyttö on turvallisempi kuin vastaavien herneen ja härkäpavun siementen. Samat tutkijat toteavat kirjoituksessaan vuodelta 1979, että lupiini on selvästi muita palkokasveja parempi kun otetaan huomioon trypsiini-inhibiittori ja tästä johtuva toksisuus. Lupinus angustifolius ja Lupinus albus -lajeissa trypsiini-inhibiittorin pitoisuus on selvästi 0.0 mg/g kun taas soijassa (Glycine max.) 26.2 mg/g, herneessä (Pisum sativum) 0.7-3.5 mg/g lajikkeista riippuen, härkäpavussa (Vicia faba) 2.7 mg/g ja pavussa (Phaseolus vulgaris) 3.4-20.2 mg/g lajikkeista riippuen. Trypsini-inhibiittorin toimintakykyä voidaan heikentää termisen käsittelyn avulla (HOVE & KING 1979). Tämä osoittaa, että nykytieteen näkökulmasta alkaloidien jälki makeissa lajikkeissa on toksisesti merkityksetön ja lupiini on jopa terveellisempi kuin muut palkokasvit.

Lupiinien vihermassassa esiintyy paljon vähemmän alkaloidia kuin siemenissä. On muistettava, että alkaloidipitoisuus on geneettinen ominaisuus. Sen vaihtelu on suuri jopa ristisiitteisissä lajikkeissa. Tämä on viljelynäkökulmasta kiusallinen piirre (MANNER 1952).



Taulukko 8. Eri lupiinien alkaloidipitoisuus

Laji	Alkaloidit	
	Vihermassa % ka:sta	Siemenissä % ka
<u>Lupinus angust.</u>	0.001 % - 3.36 % <sup>1/</sup>	0.005-3.4 <sup>2/</sup>
var. tuntematon	-	-
var. Uniharvest	-	0.02-0.05 <sup>4/</sup>
var. LN 28	-	0.02-0.05 <sup>4/</sup>
var. Bielak	-	0.2-1.8 <sup>4/</sup>
var. Edelweiss	-	0.2-1.8 <sup>4/</sup>
<u>Lupinus luteus</u>		
var. tuntematon	0.012 % - 1.68 % <sup>1/</sup>	0.01-1.2 <sup>2/</sup>
<u>Lupinus polyphyllus</u>	0.57 % - 3.87 % <sup>1/</sup>	0.5-4.26 <sup>2/</sup>
<u>Lupinus mutabilis Sw.</u>		
Lajike tuntematon	1.07 % - 1.75 % <sup>1/</sup>	1.0-2.0
Lajike perulainen	-	0.26-0.47 <sup>3/</sup>
<u>Lupinus albus</u>		
var. Astra	-	0.046 <sup>3/</sup>
var. Multolupa	-	0.0062 <sup>3/</sup>
var. tuntematon	-	3.35 <sup>2/</sup>
var. Ultra	-	0.03-0.05 <sup>4/</sup>
var. Neuland	-	0.03-0.05 <sup>4/</sup>
var. Nahrquell	-	0.04-0.05 <sup>4/</sup>
var. Lupini Bean	-	0.5-2.2 <sup>4/</sup>

1/ =MAJSURJANin ja ELSTEINin (1962) mukaan

2/ =FIZIOLOGICESKIE osobennosti kulturnyh rastenij (1964)

3/ =HATZOLDin (1982) mukaan

4/ =HARRISONin & WILLIAMSin (1983) mukaan

Kauppasiementä varten on monissa maissa tehty lupiinin alkaloidipitoisuuden standardi, eli kaupassa olevien lupiinin siementen alkaloidipitoisuus ei voi ylittää tiettyä rajaa. Kun siemen ylittää em. alkaloidien määrän, lupiinin lajiketta kutsutaan katkeraksi. Jos se taas on normin mukainen tai alle em. rajan, sitä kutsutaan makeaksi. Eri maissa normit voivat vaihdella. Sen takia käsitteet katkera tai makea lupiinin lajike ovat suhteellisia. Tavallisesti kuitenkin 0.5 % alkaloideja ka:sta tarkoittaa, että lajike on hyvin katkera.

Taulukko 9. Puolan Valtakunnallisen Siemenlautakunnan normit

<u>Lupiinin laji ja siemen laatu</u>	<u>alkaloidit % ka:sta</u>	<u>katkerat siemenet kpl/erä</u>
<u>Lupinus angustifolius</u>		
jalostajan siemen	0.16	2
valiosiemen	0.18	3
kauppasiemen	0.20	5
<u>Lupinus luteus</u>		
jalostajan siemen	0.10	2
valiosiemen	0.12	3
kauppasiemen	0.15	5
<u>Lupinus albus</u>		
jalostajan siemen	0.13	2
valiosiemen	0.15	3
kauppasiemen	0.18	5

(Lähteet: MAZA ENCYKLOPEDIA ROLNICZA (1964)).

-----

Mielenkiintoista on havaita, että eri lupiinilajeissa esiintyy eri pääalkaloideja. Lupinus luteus ja Lupinus mutabilis -lajeissa pääalkaloidi on spartaiini, Lupinus albus ja Lupinus angustifolius -lajissa se on lupaniini ja Lupinus polyp-hyllus -lajissa pääalkaloidi on hydroksylupaniini. Lupinus luteus -lajissa on myös erittäin paljon lupiniinia. Kaikista lupiinin alkaloideista myrkyllisin on lupaniini ja vähiten (pienin) toksinen hydroksylupaniini. Lupaniini kuitenkin liukenee veteen ja on helpommin poistettavissa kuin muut alkaloidit (MAJSURJAN & EDELSTEIN 1962). Alkaloidipitoisuutta lupiinin eri lajien siemenissä kuvaa kvalitatiivisesti taulukko 10 sivulla 64.

Alkaloidipitoisuus riippuu hyvin suurella määrällä perinnöllisistä tekijöistä. BARBACKIn (1952) mukaan kevyillä mailloilla alkaloidipitoisuus on aina pienempi kuin raskaalla mailloilla. Kun kosteus on isompi, on vastaavasti alkaloidipitoisuus pienempi, ja kun taas varjostus on suurempaa, lisääntyy myös alkaloidipitoisuus. Alkaloidipitoisuuteen vaikut-

Taulukko 10. Alkaloidipitoisuus eri lupiinilajien siemenissä Majsurjanin ja Edelsteinin mukaan

<u>Laji</u>	<u>Alkaloidi- pitoisuus % ka:sta</u>	<u>Alkaloidipitoisuus</u>				<u>tuntematon</u>
		<u>lupiniini</u>	<u>lupaniini</u>	<u>spartaiini</u>	<u>hydroksylupaniini</u>	
<u>Eurooppalaiset lupiinit</u>						
L. angustifolius L.	1.44	-	paljon	-	keskinkertainen	x <sub>3</sub> -olem.
L. luteus L.	1.79	pääasiassa	-	vähän	-	x <sub>2</sub> -hyvin vähän
L. albus	2.74	vähän	paljon	-	paljon	-
L. pilosus L.	1.16	erit.väh.	-	-	paljon	-
<u>Amerikkalaiset lupiinit</u>						
L. polyphyllus Lindl.	3.25	-	hyvin palj.	-	keskinkertainen	-
L. mutabilis Sweet.	2.76	-	keskinkert.	vähän	keskinkertainen	x <sub>2</sub> -pääasiallisesti
L. elegans H.B.K.	1.25	-	pääasiassa	vähän	hyvin vähän	-
L. albococcineus/Hort/	1.66	-	-	hyvin vähän	eritt. vähän	x <sub>1</sub> ja x <sub>2</sub>
L. nanus Dougl.	0.48	-	-	"	pääasiallisesti	-

(Lähteet: MAJSURJAN &amp; EDELSTEIN (1962))

taa kylvömäärä (siis kylvötiheys) ja riviväli. Mitä harvemmin riviväleihin lupiini kasvaa, sitä vähemmän alkaloidia se sisältää. Kylvöajalla on ratkaiseva merkitys lupiinin alkaloidipitoisuuteen. Jos kylvö tehdään varhain, se vaikuttaa vähentävästi alkaloidien määrään. Alkaloidipitoisuuden vaikuttaa myös rikkaruohon määrä lupiinia viljeltäessä (BARBACKI 1952).

Fysiologisen iän mukana alkaloidipitoisuus lisääntyy (ks. taulukko 11 sivulla 66). On mielenkiintoista, että kasvun varhaisessa vaiheessa alkaloidipitoisuus nousee hyvin hitaasti, mutta alkaa lisääntyä kukkimisen jälkeen nopeasti. Kasvuajan loppuvaiheessa alkaloidit siirtyvät vegetatiivisesta osasta generatiivisiin osiin eli versosta siemeniin (MAJSURJAN & EDELSTEIN 1962).

Mielenkiintoinen tosiasia on alkaloidien synteesin paikan määrittäminen. BARBACKI (1952) oli aikaisemmin siitä mieltä, että alkaloidien syntyminen tapahtuu juuressa ja sieltä ne siirtyvät sittemmin varsiin, lehtiin ja siemeniin. Samaa mieltä olivat myös monet muut tutkijat.

Mm. saksalaiset MOTHES & KRETSCHMER saivat v. 1946 tuloksia, joiden mukaan nimenomaan juuressa tapahtuu alkaloidien synteesi. Myöhemmin saksalaiset tutkijat eivät kuitenkaan voineet toistaa koetta uudelleen tulostensa vahvistamiseksi.

Vuonna 1957 REIFER ja KLECZKOWSKA esittivät tuloksia, joiden perusteella alkaloidien synteesi ei tapahdu juuressa, vaan sirkkalehdessä (REIFER & KLECZKOWSKA 1957).

MAJSURJAN ja EDELSTEIN (1962) eivät ottaneet kantaa siihen, missä alkaloidien synteesi tapahtuu. He kirjoittavat (suomennos minun -T.A.) "Yleisesti katsoen myös silloin, kun juuressa on korkein alkaloidipitoisuus, sen osuus ei ylitä yhtä kymmenesosaprosenttia juuren kuiva-ainesta. Tämä panee epäilemään, että juuret ovat alkaloidien synteesin pääpaikka".

Taulukko 11. Sinilupiinin eri osien alkaloidipitoisuus MAJSURJANin ja EDELSTEINin mukaan  
 lajike: SINIJ 173 /neuvostoliittolainen alkuperä/ Koe v. 1960

Kehityksen aste näytteiden otto- päivä	Alkaloidipitoisuus, % ka:sta /ilman kuiva-aineesta/									
	juuret	varret	lehdet	sivuvorsot	kukat	ensimm. palot	siemenet	koko kasvi		
Versoutumisen alku, 18.VI.	0.02	0.27	0.240	-	-	-	-	0.235		
Sivuvorsoutumisen alku 25.VI.	0.05	0.30	0.325	0.60	-	-	-	0.312		
Kukkuminen 30.VI.	0.073	0.125	0.270	-	0.70	-	-	0.192		
Ensimm. palkojen muod. 15.VII.	0.077	0.10	0.132	-	-	1.73	-	0.112		
Siementen kypsy- minen, 1.8.	0.034	0.0125	ei ole lehtiä	-	-	-	1.26	0.70		

(Lähteet: MAJSURJAN & EDELSTEIN (1962))

Alkaloidipitoisuus on mahdollista määrittää eri menetelmin suhteellisen tarkasti ja nopeasti. Kvantitatiiviseen metodiin kuuluvat mm. elektrofotometri-  
nen menetelmä (LATAWIEC, WIERZCHOWSKI) ja mikrofotometri-  
nen menetelmä (MAYER) sekä kalorimetrinen menetelmä (REIFER, NIZIOZEK). Kvalitatiiviseen metodiin kuuluvat IVANOVIN, WUTTKEN, SENGBUSCHIN, LATAWIECIN ja SCHWARZIN menetelmät (BARBACKI 1952). Niitä voidaan soveltaa myös nykyään, sillä menetelmiä on kehitetty vastaamaan nykyistä laboratoriotekniikkaa.

## 5. LUPIININ KASVUTEKIJÄT

### 5. 1. Kasvuajan pituus

Lupiinin eri lajien ja lajikkeiden kasvuajan pituus eli kasvullinen ja kso vaihtelee. Termiä kasvullinen ja kso käytetään tässä kasvuajan synonyymina. Vastaava termi englannissa, venäjässä, puolassa jne. on "vegetative time", "vegetativnyj period", "okres wegetacji", "Wegetationsperiode", "periodo de vegetación". Kasvuai-  
ka riippuu perintö- ja muista kasvutekijöistä sekä viljelytekniikasta. Viljelytekniikan vaikutus lupiinin kasvu-  
ajan pitenemiseen tai lyhentymiseen on erittäin tärkeä. Tässä suhteessa lupiini poikkeaa muista viljelykasveista. Lupiinin viljelyn ja tutkimuksen merkittävä kehittäjä, edesmennyt puolalainen professori S. BARBACKI (1952) kirjoitti: "Jeżeli warunki układowa się w ten sposób, że roślina kończy swoją wegetację po wytworzeniu rozgałęzień I rzędu, to wówczas dojrzewa ona wcześniej. Jeżeli zaś warunki są odpowiednie aby rozwój następował dalej, roślina rozwija rozgałęzienia II, III, IV a nawet V rzędu i skutkiem tego wegetuje dłużej". "Jos olot ovat sellaiset,

että kasvi lopettaa kasvunsa ensimmäisen sivuverson ilmentyttyä, niin silloin kypsyminen on varhaista. Jos taas tiettyissä oloissa kasvu jatkuu edelleen, kasvi kehittää toisen, kolmannen, neljännen ja jopa viidennen sivuverson, silloin kasvuaika (kasvullinen jakso) pitenee" (suomennos minun-T.A.)

Kasvullinen jakso voi pidentyä jopa 190 päivään saakka. On muistettava, että aikainen lajike on kasvutavaltaan periaatteessa sama kuin myöhäinen lajike, jossa ei ole kolmatta, neljättä tai viidettä sivuversona (BARBACKI 1952). On myös pantava merkille, että sama varhaislupiinilajike voi kasvaa lyhyeksi tai pitkäksi. S e v o i t u l e e n t u a t a i o l l a t u l e e n t u m a t t a. Sen mukaisesti myös kasvuaika vaihtelee. Yleensä ottaen lupiini kasvilajina vaatii suhteellisen pitkän kasvuaajan. ANISZEWSKI ja SIMOJOKI (1984) kirjoittavat, että juuri lupiinin myöhäisyyttä pidetään tämän kasvin heikkoutena. Tarkasteltaessa lupiinin viljelyä historiallisesti, on kuitenkin havaittavissa radikaalia kasvuaajan lyhenemistä. On paikallaan todeta, että eurooppalaiset lupiinit (peruskanta) olivat syyskasveja. Lupiineista tuli kevätkasveja vasta niiden viljelyn levittyä pohjoiseen eli noin 1500-luvulla Saksassa (kun sitä käytettiin lääkekasvina). Pliniuksen, Schultz-Lupitzin ja nykytutkijoiden antamien tietojen perusteella on tunnettua, että Muinais-Roomassa lupiinin kasvuaika (Lupinus albus) oli n. 260 päivää, Saksassa v. 1881 n. 190 päivää, mutta 50 vuotta myöhemmin vain n. 150 päivää (MAJSURJAN 1962 a, c).

Kylvöajasta riippuen lupiinin lajikkeiden ja lajien kypsymisaika kestää elokuun alusta myöhäiseen syksyyn. Varhaiskypsymisen perusedellytys on oikea lajikkeen valinta. Vielä vuonna 1952 prof. BARBACKI kirjoitti, että aikaisien lupiininien kasvuaika on 120-150 päivää laskettuna kylvöstä korjuuseen. Myöhäiset lupiinit tarvitsevat hänen mukaansa 130-150 päivää (BARBACKI 1952). 10 vuotta tämän jälkeen akateemikko MAJSURJAN (1962 c) totesi, että

sinilupiinin varhaislajikkeen kasvuaika on 89 päivää ja keskinkertaisen lajikkeen kasvuaika on 109 päivää ja valkolupiinin hyvin varhaisen lajikkeen kasvuaika on hänen mukaansa 92 päivää. Nämä luvut tarkoittavat todennäköisesti maailman aikaisimpia lupiinin lajikkeita. Lisäksi viljelytoimenpitein voidaan lyhentää sinilupiinin kasvuaikaa: varhaislajikkeen 79 päiväksi, keskinkertaisen lajikkeen 77 päiväksi, keltalupiinin 93 päiväksi ja valkoisen lupiinin 74 päiväksi. On mielenkiintoista, että MAJSURJAN ei katso defoliaatiota tärkeimmäksi viljelytekniseksi toimenpiteeksi. (MAJSURJAN 1962c).

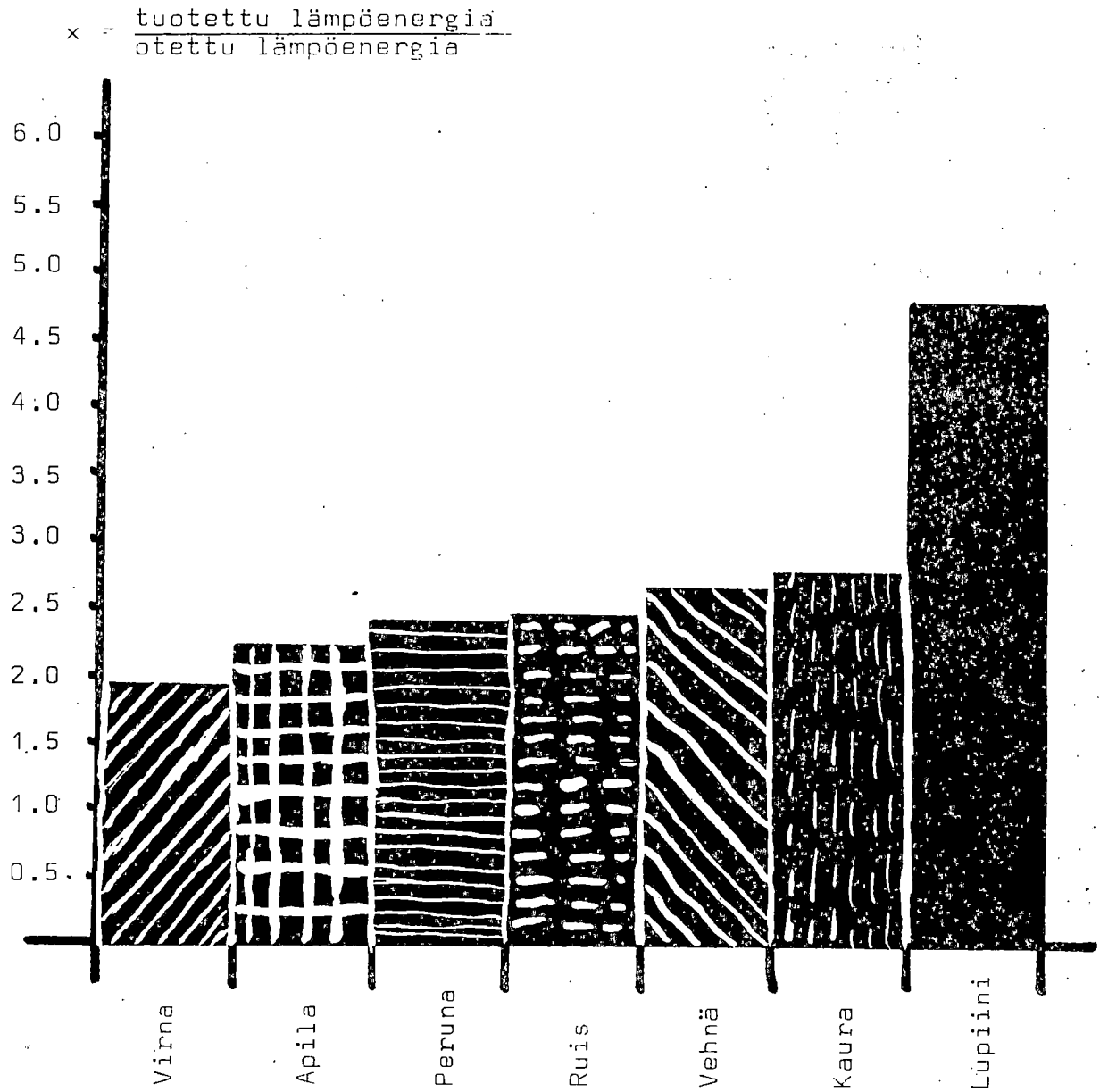
Tässä yhteydessä on mainittava, että kasvuajan lyhentäminen koskee etupäässä kylvöstä kukkimiseen kuluvaa aikaa, eikä siis - kuten useimmiten ajatellaan - kukkimisen jälkeistä aikaa. MAJSURJAN (1962c) on myös sitä mieltä, että nimenomaan tämä vaikuttaa lupiinin viljelyn pohjoisen rajan siirtymiseen yhä pohjoisemmaksi. Lupiinit, joiden kasvuaika on lyhentynyt, eivät tarvitse suurta lämpösomaa.

## 5.2. Lämpötila

Kaikki palkokasvit tarvitsevat yleensä paljon lämpöä kasvaakseen. Näin on myös - muutamia poikkeuksia lukuunottamatta - lupiinin laita. MAJSURJAN (1962c) kirjoittaa, että sinilupiinin normaali lämmön tarve koko kasvuaikana (kylvöstä siemenen korjuuseen) on  $1606^{\circ}\text{C}$  laskettuna vuorokausien keskilämpötilojen summana. Eri-  
 lais in viljelytoimenpitein on mahdollista alentaa lämpötilan tarvetta  $1427^{\circ}$ :een (MAJSURJAN 1962c). Tässä suhteessa lupiini on todella poikkeuksellinen kasvi. Akateemikko MAJSURJAN esitti tällaisen väitteen jo 22 vuotta sitten. Nykyään lupiinin varhaislajikkeiden vähimmäislämpötilan tarve on vielä pienempi.



Piirros 11. ERI VILJELYKASVIEN LÄMPÖENERGIAN HYVÄKSIKÄYTTÖKERTOIMIEN VERTAILU (MOSKOVAN MAATALOUSKOEASEMA, SARAPOV 1949)



(Aniszewski 1984)

Akateemikko TIMIRJAZEV on laskenut lupiinin tuottavan niin paljon vihermassaa lehdissään, että sadon onnistuessa 1 ha:n massa voisi peittää 100 ha:n pinta-alan (LAJ 100).

Esimerkiksi sinimailanen (Medicago sativa) voi peittää vastaavalla tavalla 85 ha:n pinta-alan, peluski (Pisum arvense) 38 ha:n ja apila (Trifolium pretense) vain 26 ha:n. Tämän perusteella voidaan todeta, että lupiini käyttää intensiivisesti hyväkseen auringon säteilyn ja kerää paljon energiaa (BARBACKI 1952). SARAPOVIN (1949) mukaan Moskovan Maatalouskoeasemalla tehtyjen tutkimusten perusteella eri kasvien lämpöenergian hyväksikäyttö on seuraavanlainen:  $(x = \frac{\text{tuotettu energia}}{\text{otettu energia}})$ .

Virna	1.98
Apila	2.18
Peruna	2.38
Ruis	2.42
Vehnä	2.68
Kaura	2.74
Lupiini	4.79

Nämä luvut tarkoittavat sitä, että lupiinilla on erittäin korkea lämpöenergian käyttökerroin. Se on merkittävää, kun otetaan samalla huomioon lupiinin arvo typen tuottajana.

Lupiini kestää suhteellisen hyvin hällää. Neuvostoliittolaisten tutkijoiden mukaan Lupinus polyphyllus kestää  $-9^{\circ}\text{C}$ , Lupinus angustifolius  $-7^{\circ}\text{C}$ , Lupinus luteus  $-6^{\circ}\text{C}$  ja Lupinus albus  $-4^{\circ}\text{C}$ :een asti. Saksalaisten tutkijoiden RAABE ja SENGBUSCHin (1935) mukaan Lupinus mutabilis kuolee lämpötilassa joka on  $-6^{\circ}$ :sta  $-7^{\circ}$ :een. He olivat sitä mieltä, ettei tämä lämpötila kuitenkaan ole vaarallinen sinilupiinille, mutta voi tuottaa vahinkoa kelta- ja valkolupiinille. Puolalaisten tutkijoiden mukaan sini- ja keltalupiinin kriittinen lämpötila on  $-6^{\circ}$  -  $-9^{\circ}$ . On kuitenkin ollut tapauksia, jolloin  $-5^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa lupiini on lakastunut, mutta vain hetkeksi. Tämä lakastuminen ei johdu lämpötilasta, vaan siitä, että vettä ei ole riittävästi maan pintakerroksessa (BARBACKI 1952). GLADSTONES (1970)

kirjoittaa, että Lupinus angustifolius kestää  $-6^{\circ}\text{C}$ . Portugalista on löydetty sen villit muodot, jotka kestävät  $-16^{\circ}\text{C}$ . Tämän huomasivat myös erityisesti amerikkalaiset FORBES & BURTON (1966).

Nuori lupiinin yksilö, jossa on vasta muutamia lehtiä, kestää paremmin hallaa kuin esim. sirkkalehtiasteella oleva lupiini. On huomattava myös se seikka, että esim. syksyllä, jos lämpötila on alle  $-4^{\circ}\text{C}$ , kypsymättömät siemenet voivat tuhoutua (BARBACKI 1952). Suomalaisten tutkijoiden mukaan sinilupiinin itämislämpötila on  $+3^{\circ}\text{C}$  samoin kuin kelta- ja valkolupiinin (PITKÄNEN ANON.). Ulkomaalaisten tutkimusten perusteella itämislämpötila vaihtelee lajista riippuen. Sinilupiinin itämislämpötila on  $2^{\circ}\text{C}$ , keltalupiinin  $3^{\circ}\text{C}$  ja valkolupiinin  $3^{\circ}$ :sta jopa  $5^{\circ}$ :een (BARBACKI 1952).

### 5. 3. Valo

Runsas vihermassan tuotto on mahdollista, koska lupiinilla on erittäin voimakas yhteyttämiskyky eli kvkv tuottaa auringon energiasta orgaanista ainesta. HULEWICZOWA (1951) toteaa sinilupiinin olevan selvästi pitkänpäivän kasvi. Lupinus angustifolius var. Murzynek on erittäin herkkä valolle ja päivän pituudelle. Kun päivän pituutta sen viljelykokeilussa lyhennettiin, sen kasvu-aika piteni kolme viikkoa ja sekä vihersadon että siementen sadon määrä aleni selvästi (BARBACKI 1952). Neuvostoliittolainen tutkija DJUBIN (1981) toteaa, että hänen kokeessaan, jossa tutkittavina olivat Lupinus angustifolius var. Benjakovskij 484 ja Lupinus albus var. Kijevskij mutant sekä var. Nosovskij 3, tulokset osoittivat päivän pituuden vaikuttavan erittäin voimakkaasti lupiinien kasvu-aikaan. Benjakovskij-lajikkeen kasvu-aika kylvöstä kukintaan (täyskukinta) oli 58 päivää, kun lämpötila oli  $17^{\circ}\text{C}$  ja päivän pituus 16 tuntia vuorokaudessa. Kun samoissa oloissa lisättiin päivän pituutta 18 tuntiin vuorokaudessa vastaava kasvu-aika oli vain 48 päivää (lyhennys oli siis 10 päivää). Valkoisen lupiinin kasvuajan lyhentyminen oli lajikkeesta riippuen 3-6 päivää. Sen sijaan DJUBIN selvästi toteaa, että keltaisen lupiinin (lajikkeet: Nosovskij belosemiannyj, Kijevskij bystrorastuščij ja Bystrorastuščij 4) suhde valojakson lisäämiseen on neutraali (DJUBIN 1981). BARBACKI (1952):

taas väittää, että myös valkoinen lupiini on fotoperiodisesti neutraali, mutta sillä samoin kuin keltaisella lupiinilla on taipumus olla pitkänpäivänkasvi. Kokeellisesti on todistettu, että lyhyen päivän oloissa molempien kasvuaika piteni vain viikon verran, mutta se ei vaikuttanut kuitenkaan viher- eikä siemensatoon (BARBACKI 1952).

Tarkasteltaessa lupiinin valon tarvetta on aina muistettava, että eri lajikkeet ja lajit voivat erota huomattavasti toisistaan. Mielenkiintoista on, että eräillä lupiineilla on ns. h e l i o t r o p i s m i. Erityisesti Lupinus albus on tässä suhteessa herkkä. On mainittava kuitenkin, ettei kaikilla valkolupiinin lajikkeilla ole tätä ominaisuutta. H e l i o t r o p i s m i näkyy lehden "nukkumatilassa" tai se on vaikeampi huomattavissa lehden liikkua auringon liikkeiden mukaisesti (BARBACKI 1952).

#### 5. 4. Maalaji

Lupiini on keveiden maiden kasvi. Se vaatii ilmavan maan, jotta sen suuri juuri kehittyisi hyvin. Paras maalaji lupiinin viljelyä varten on hiekka ja hietamaa, jossa on kuitenkin paljon savea (lähinnä hKS tai HtS) (BARBACKI 1952).

Maalaji sellaisenaan ei kuitenkaan ratkaise. Lupiinin kasvualustavaatimus perustuu maan kemiallisiin, fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin, joista tärkeitä ovat maan happamuus, ravinteet, vesipitoisuus, maan bakteerikapasiteetti, maan tiiviys. Paras maalaji lupiinin viljelyyn on karkea, vähäravintainen maa, jossa muut kasvit eivät menesty hyvin.

#### 5.5. Kosteus

Lupiini vaatii paljon kosteutta. Tämä on sen vuoksi tärkeä seikka, että lupiini kasvattaa ison määrän lehtiä, mikä aiheuttaa runsaan haihdunnan. Kuivuus vaikuttaa lupii-

niin siten, että kasvin nestejännitys ei toimi ja se lakastuu nopeasti, paljon nopeammin kuin muut kasvit. Vaikka lupiini kasvaa hiekassa, jossa on yleensä vähän kosteutta, ei tarkoita sitä, että lupiini voisi elää ilman vettä, vaan että lupiinilla on pitkä juuri, jonka avulla se kykenee ottamaan kosteutta syvältäkin (BARBACKI 1952).

Lupiinit eroavat toisistaan huomattavasti kosteusvaatimuksen mukaan. Lupinus luteus tarvitsee kaikkein vähiten kosteutta. Kun maan kosteus on alle 40 %, antaa keltainen lupiini muihin lupiineihin verrattuna korkeimman sadon. Jos kosteus on 40 %, keltaisen, sinisen ja valkoisen lupiinin sato on suunnilleen sama. Tämä väite perustuu BARBACKIn ja SWIĘCICKIn vuonna 1951 Poznanin yliopistossa tehdyissä lupiinin kokeissa saamiin tuloksiin. Taulukossa 12 esitetään yhteenveto ko. tuloksista.

Taulukko 12. Kosteuden vaikutus lupiinin satoon. (BARBACKI 1952)

Lupiinin laji	kosteus% maan ti- lavuudesta	keskimääräinen vi- hermassan sato 40 % maan til. = 100 % sato <sup>x)</sup>
Sinilupiini	25	75.9
	40	100.0
	55	128.4
	70	124.9
Keltalupiini	25	104.9
	40	100.0
	55	134.0
	70	125.0
Valkolupiini III	25	80.7
	40	100.0
	55	109.9
	70	130.5
Valkolupiini IV	25	66.5
	40	100.0
	55	130.6
	70	133.2

<sup>x)</sup> Laskelma on minun (T.A.) ja perustuu Barbackin ja Święcickin laatimaan vastaavaan grammojen määrään astiaa kohti.

Mikä on sitten paras optimaalinen maan kosteus viljeltäessä lupiinia? Hyvin todennäköisesti se on sellainen, missä bakteerit toimivat maassa mahdollisimman tehokkaasti ja kasvu on nopeaa. SARAPOV (1949) oli sitä mieltä, että tämä optimi on 60 %:n kosteudessa.

Kosteus on tärkeä myös siksi, että se vaikuttaa selvästi siementen kemialliseen koostumukseen ja kasvuajan pituuteen. POTRESOVA (1929) totesi, että kasvuajan pituuteen ei vaikuta kosteuden vaihtelu sinä aikana, joka kuluu orastumisesta kukintaan, jos kysymyksessä on varhaislajike. Kun taas kysymyksessä on myöhäislajike, kasvuajan lyheneminen on selvää ja nopeaa. Ilmiötä voidaan tarkastella taulukon 13 perusteella:

Taulukko 13. Kosteuden vaikutus kukintaan (BARBACKI 1952)

<u>Lupinus angustifolius</u>	Kuinka monta päivää kuluu kukintaan eri kosteustiloissa				
	Kosteustila				
	30 %	40 %	60 %	70 %	80 %
Aikainen no. 170	54	54	54	54	54
Keskinkertainen no. 157	73	73	62	67	62
Myöhäinen no. 206	100	95	95	73	67

Taulukosta käy ilmi, että kosteuden lisääminen 30 %sta 80 %:ksi lyhentää kasvuaikaa kukintaan 33 päivällä, kun kysymyksessä on erittäin myöhäinen sinilupiinin lajike. Keskinkertaisella lajikkeella vastaava lyheneminen on minimaalinen, mutta se on jo havaittavissa. Aikaisella lajikkeella kosteus ei vaikuta kasvuaikaan.

## 5.6. Happamuus

Jokaisella lupiinin lajilla ja jopa lajikkeella voi olla omat vaatimuksensa tai oma optiminsa happamuuden suhteen. On mahdotonta määritellä yhden kasvin optimaalista pH -vaatimusta, totesivat n. 50 vuotta sitten TERLIKOWSKA ja KWINICHIDZE.

Maan happamuuden vaikutus kasvin kasvuun ja sen optimaaliset rajat riippuvat kaikista maan ominaisuuksista, ja ne ovat siis erilaiset eri maalajeilla ja maatyypeissä.

Hyvin ajankohtainen tämän seikan huomioon ottaminen on nykyisin, koska happamuutta käsitellään joskus (jopa hyvin arvostetuissa tutkimuksissa) kuin vakiota, määrällistä, staattista ilmiötä. Tarkasteltaessa maan happamuutta kasvin kasvuun vaikuttavana tekijänä, on otettava huomioon, että se on mitattavissa sekä kvantitatiivisesti pH-yksiköissä eri menetelmin että kvalitatiivisesti eli tietyn alkuaineen vaikutuksena kasviin happamuuden kautta. Juuri tämä on lupiinin kannalta erittäin tärkeää. Hyvin usein on havaittavissa, että jos pH-arvo, lannoitus, lämpötila, kosteus ja maalaji ovat samat, samoin kuin kaikki muut kasvutekijät niin saman kasvin kasvu on kuitenkin erilainen, vaikka näin teoreettisesti ei pitäisi olla. Nimenomaan tässä tulevat esiin tutkimusmateriaalin ja erityisesti happamuuden laadulliset ominaisuudet. Asiasta on olemassa laaja kirjallisuus, joka on ilmestynyt II maailmansodan aikoihin ja ehkä tämä selvittää sen, miksi sodan jälkeen SCHANDERin (1939, 1941), PARSCHEin (1940) ja HACKBERTHin (1941) teokset unohdettiin.

Lupiinin optimaalisena happamuusarvona pidetään hyvin usein 5.0 - 6.0. Tämä todistaa sen, että lupiini viihtyy happamassa maassa. Kuitenkin on otettava huomioon se, että pH -arvoja 5.0-6.0 ei saa tulkita joustamattomasti ja yksinkertaisesti (BARBACKI 1952).

On muistettava myös se, että lupiini elää maassa symbioosissa mikrobistojen kanssa, erityisesti Rhizobium-bakteerikantojen kanssa. Ei ole varmaa, onko lupiinin ja bakteereiden happamuusvaatimus sama, vai onko eroja havaittavissa. ASAROV (1962b) totesi tutkimuksissaan, että lupiinin paras kasvu ja paras typensidonta on maan pH:n ollessa 5.0 - 5.5 ja 6.0 - 6.5 eli hänen mukaansa lupiinilla on kaksi pH-optimialuetta.

Tämä tarkoittaisi sitä, että bakteereiden eri kantojen pH-vaatimus poikkeaa toisistaan. Lisäksi ASAROV (1962b) toteaa, että lupiinin kasvu ja typen sidonta oli keskinkertainen, kun pH oli 4.5-4.9 ja 5.6-5.9, 6.6-7.5 ja huono, kun pH oli 4.0-4.5 ja 7.6-8.0. pH ollessa 4.0-4.5, lupiini kasvoi erittäin voimakkaasti 20 päivän ajan ja sen jälkeen kasvu pysähtyi. Kun pH oli 3.5-4.0 lupiinin kehitys oli voimakasta vain muutamien päivien ajan, ja sen jälkeen kasvit kuolivat.

PRJANISNIKOVin, PARSCHin, SCHANDERin, HACBARTHin, TROLLin, BARBACKIn, ASAROVin ja ALEKSEJEVIN teosten analysoinnin jälkeen voidaan selvästi todeta, että eri lupiinilajit reagoivat eri tavalla maan happamuuteen.

Taulukko 14. Eri lupiinilajien pH-arvon optimi.

pH-arvo optimi	Lupiinin laji	Huomautukset
4.9	<u>Lupinus mutabilis</u>	Kestää alhaisia pH-arvoja
5.0 ↓ 6.0	<u>Lupinus luteus</u>	pH 5.0
	<u>Lupinus albus</u>	pH korkeampi kuin keltaisella lupiinilla
	<u>Lupinus angustifolius</u>	pH korkeampi kuin valkolupiinilla
	<u>Lupinus perennis</u>	pH korkeampi kuin sinilupiinilla
6.7	<u>Lupinus hirsutus</u>	Kaikista lupiineista korkein pH-arvo
	-	ei esiinny
	-	"
7.0	-	"



Kun otetaan huomioon laadullinen happamuuden vaikutus lupiiniin, on mainittava, että maassa oleva  $\text{Ca}^{2+}$ -anioni vaikuttaa negatiivisesti, erityisesti jos kalsiumin määrä ylittää ravinnetarpeen. Tällöin tulee kvsymykseen lupiinin sairastuminen kloroosiin (BARBACKI 1952). Mistä varsinaisesti on kysymys? Sairaus ilmenee siten, että lupiinin lehdet kellastuvat osittain, ne vaalenevat tai koko kasvi alkaa hitaasti lakastua. Syynä on aktiivisen raudan puute lehden kloroplastissa. Jotta raudan siirtyminen alhaalta ylöspäin olisi normaalia, on välttämätöntä, että kasvimehun pH-arvo on 4.8-5.0. Lupiinin mehun pH-arvoon vaikuttaa ravinteiden happamuus ja maan vetyionikonsentraatio. Tästä on jo suora yhteys maassa oleviin  $\text{Ca}^{2+}$ -anioniin, sekä  $\text{CO}_3^{2-}$  ja  $\text{OH}^-$ -ryhmiin. Kalsiumiin vaikutus on kuitenkin kaikkein vakavin. Kloroosin lisäksi se vaikuttaa lupiinin kasvuun seuraavalla tavalla:

- nostaa juurinesteen (mehun) pH-arvoa ts. heikentää kykyä ottaa vaikeasti liykeneviä fosforimuotoja
- alentaa bakteerien tehokkuutta
- alentaa lupiinin kykyä käyttää hyväkseen  $\text{Mg}^{2+}$ -anionia
- erittäin suuri kalsiumin määrä vaikuttaa lupiinin fysiologiaan ja boorin rooliin metaboliassa. Lupiini käyttää hyväkseen nimenomaan booria rakentaessaan omat ravinnesiirtoreittinsä, joissa hiilihydraatteja kulkee ylhäältä alas ravintona bakteereille. Jos tämä ei toimi hyvin, bakteereiden toiminta ei ole tehokasta ja bakteerit kuolevat ajan mittaan. Näin ollen siis liiallinen kalsiumin määrä vaikuttaa lupiinin kasvuun heikentävästi. Olisi kuitenkin perusteetonta väittää, että mikä tahansa kalsiummäärä vaikuttaa negatiivisesti lupiinin kasvuun. Näin ei ole. Kalsium on ehdottomasti tärkeä alkuaine. Ylläpitokalsium ei ole lupiinille vahingollista, vaikka lupiini ottaa sitä suhteellisen paljon.

#### 5.7. Ravinteet

Kalsiumin lisäksi lupiini ottaa maasta suhteellisen pal-

jon kaliumia, typpeä (ilmakehästä bakteerisymbioosin avulla), fosforia, magnesiumia ja natriumia (STUCZYNSKA 1962). Lupiini ottaa maasta myös huomattavia määriä booria, rautaa ja mangaania.

Lupiini käyttää erittäin paljon typpeä. Sitä se saa ilmakehästä juurien kautta. BARBACKI (1952) ja myöhemmin myös MERCIK ja MERCIK (1974) ovat korostaneet, että lupiini kärsii kasvunsa alussa paljon, jollei se saa typpeä riittävästi (bakteeri ei toimi vielä symbioosissa). Ero mm. tutkijoiden käsitysten välillä on se, että professori BARBACKI (1952) neuvoi lisäämään tällaisessa tapauksessa typpeä lannoitteena ("starttityppi"). MERCIK ja MERCIK (1974) taas toteavat, että typen puutteella ei ole merkitystä, koska myöhemmin kasvi kasvaa nopeammin. He lisäävät, ettei ole havaittavissa eroa niiden kasvien välillä, joista osa sai ja osa ei saanut typpilannoitusta. MERCIK ja MERCIK (1974) toteavat myös, että lupiinin orastumisen aikainen maan niukka typpitilanne nopeuttaa nystyröiden muodostumista. Typen ilmakehän varastot ovat niin suuret, ettei typpi ravinteena muodosta minäkäänlaista ongelmaa. Bakteereita MERCIK ja MERCIKin mukaan esiintyy runsaasti aina sellaisissa pelloissa, joissa on viljelty perunaa. (Ko. kokeessa lupiinia viljeltiin maassa, jossa 50 vuoden aikana oli kerran 6 vuodessa viljelty perunaa). Jos taas bakteereita ei ole riittävästi tai niiden määrää halutaan lisätä, on hyvä suorittaa ympäys. Bakteereita tuotetaan melkein jokaisessa maassa. Suomessa esim. bakteereita tuottaa Kemira.

Kaliumia, fosforia ja kalsiumia lupiini ottaa juuren avulla. Erikoista on se, että näitä alkuaineita lupiini voi saada jopa erittäin vaikeasti liukenevista yhdisteistä. Kalium-, fosfori- ja kalsiumlannoitus on yleensä hyvin tarpeellinen. Mitkä määrät kaliumia, fosforia ja kalsiumia ovat optimaalisia lannoituksessa? Tästä asiasta tut-

kijat eivät ole yksimielisiä. KETTE (1891) neuvoi pane-  
maan maahan lupiinia viljeltäessä 300 kg/ha karjanlantaa  
ja 100 kg/ha superfosfaattia. ASAROV  
(1962a) korosti, että optimaalinen lannoite on  
sellainen kaliumlannoitemäärä, jossa on 83 kg puhdasta K:a  
hehtaaria kohti ja fosforilannoitemäärä, jossa on 87 kg  
puhdasta P:a hehtaaria kohti. Neuvostoliittolaisen tut-  
kijan mukaan erittäin tärkeä lupiinille on nimenomaan ka-  
liumlannoitus. CZERWINSKI YM. (1969) ovat uudessa  
maatalousyliopistoa varten tehdyssä kasvinviljelyn oppi-  
kirjassa sitä mieltä, että kalium ja fosforilannoitetta  
käytetään sen mukaan miten alkuaineiden rikastamaa maa on  
ennen lupiiniviljelyä. Puolalaisten tutkijoiden mukaan  
lannoituksessa käytetään kaliumlannoitemäärää, jossa on  
40-80 kg/ha puhdasta kaliumia ja fosforilannoitemäärää,  
jossa on 30-60 kg/ha puhdasta fosforia. Erot johtuvat  
luonnollisesti siitä, että eri tutkijat ovat tutkineet lu-  
piinin eri biotyyppejä ja lajikkeita. SAMUL ja PAPROCKIn  
(1983) tutkimuksessa tuli ilmi, että kaliumin ja fosforin  
lannoituksen lisäys vaikutti selvästi keltalupiinin sie-  
mensatoon. Myös valkuaissato oli selvästi suurempi tapauk-  
sessa, jossa kaliumin ja fosforin lannoitetaso oli korkea.  
SAMUL ja PAPROCKIn (1983) kokeessa käytettiin seuraavaa lannoi-  
tusta:  $P_2O_5$  60 kg/ha ja  $K_2O$  120 kg/ha (1) sekä  $P_2O_5$  90 kg/ha  
ja  $K_2O$  180 kg/ha (2).

Lupiini tarvitsee myös magnesiumia, mutta tämän alkuaineen  
merkitystä ja tarvetta ei ole lupiinin osalta tarpeeksi  
selvitetty. STUCZYNSKAN (1968) mukaan esim. MAGNICKIJ  
on sitä mieltä, että magnesiumin vaikutus lupiinin satoon  
(Lupinus luteus) on erittäin voimakas, kun taas KAC-KACAS  
ei ole kyennyt todentamaan magnesiumin positiivista vaiku-  
tusta lupiinin kasvuun ja satoon. Kokeissa, joissa lupii-  
nia vertailtiin sinimailaseen ja apilaan kävi hänen mie-  
lestään selvästi ilmi, että viimemainittujen viljelyssä  
magnesium vaikutti satoa nostavasti, kun taas lupiinin  
viljelyyn sillä ei ollut minkäänlaista vaikutusta. STUCZYNSKA

(1968) käytti kalium- ja magnesiumlannoitteen seosta. Hän sai tuloksen, jonka mukaan Lupinus luteus tuotti aina runsaamman sadon, kun lannoitettiin kaliumilla ja magnesiumilla erikseen.

Lupiini tarvitsee jonkin verran enemmän booria ja rautaa sekä mangaania kuin monet muut kasvit (jopa monet palkokasvit). Tämä johtuu siitä, että näitä alkuaineita lupiini käyttää metaboliassa hyvin eri vaiheissa versoutumisesta riippuen. Lupiini pystyy ottamaan niitä hyvin vaikeistakin yhdisteistä. Maan happamuus on ratkaiseva tekijä.

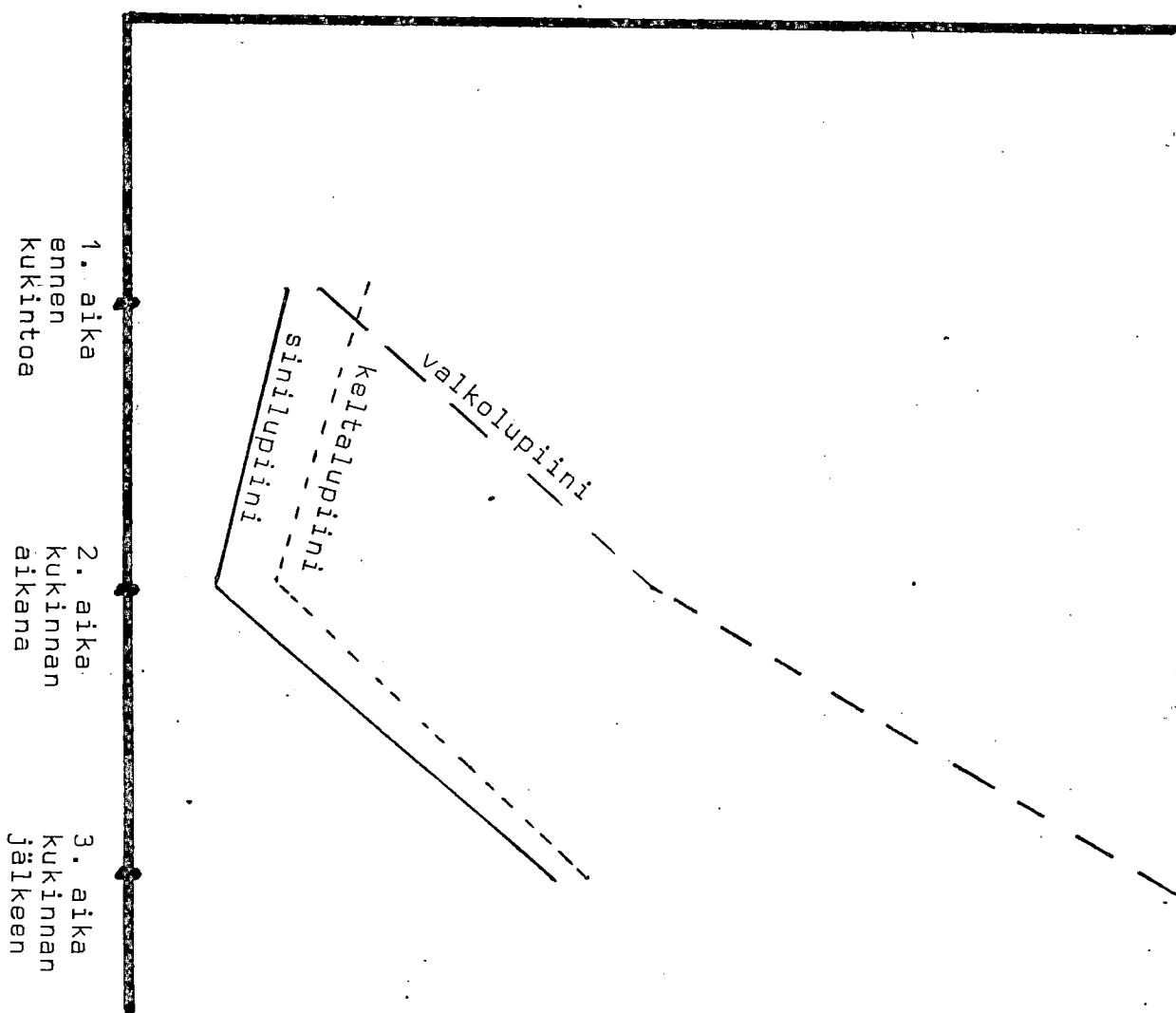
Lupiinin eri kasvuvaiheissa ravinteiden tarve on hyvin erilainen. Mielenkiintoinen on WOJTYSIAKin tutkimus, jonka materiaalista osa on esitetty taulukossa 15:

Taulukko 15. Lupiinien ravinteiden ottokyky WOJTYSIAKin mukaan (ref. BARBACKÍ 1952).

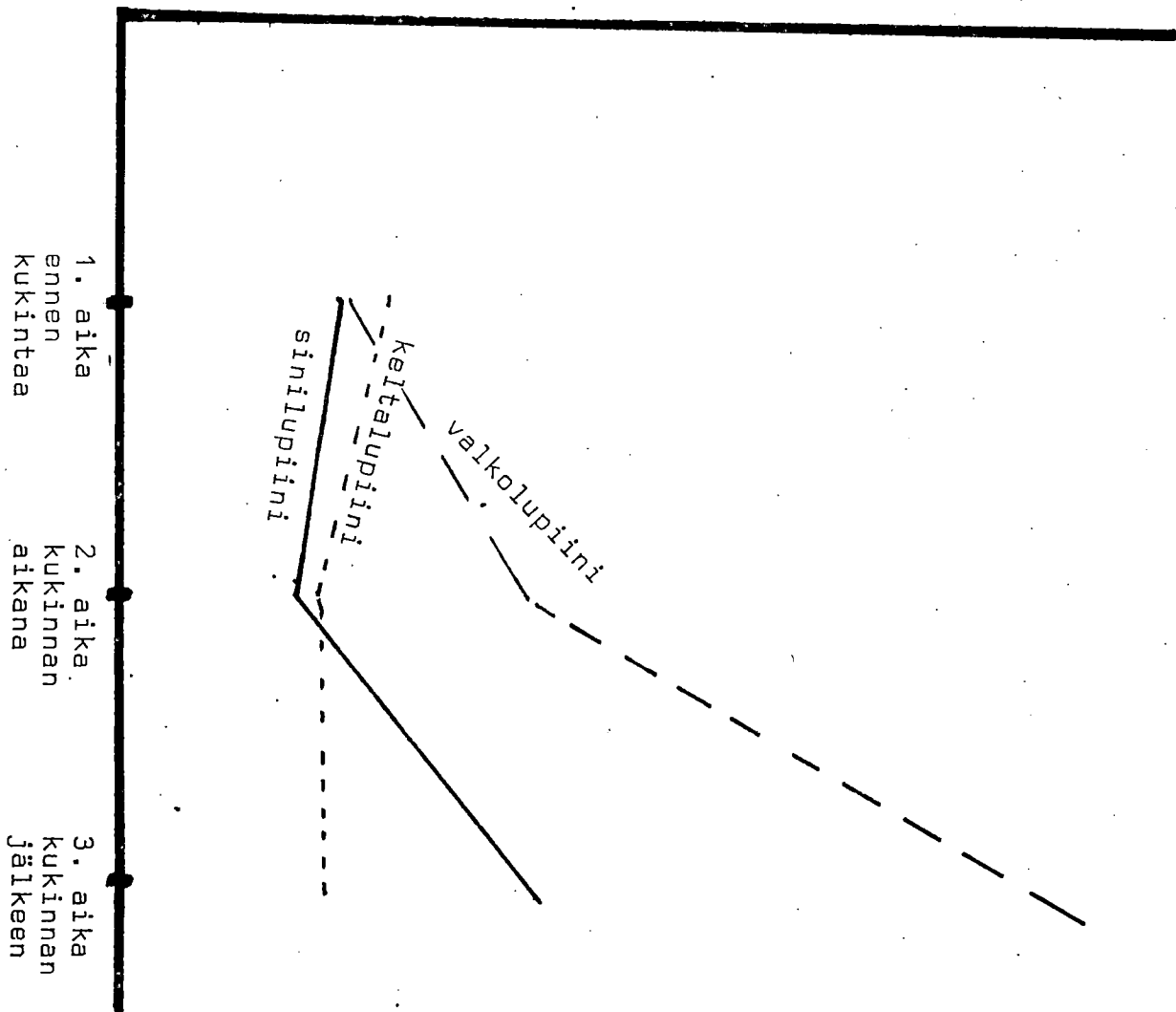
Lupiinin laji	1. aika otto g/päivä	2. aika otto g/päivä	3. aika otto g/päivä
	<u>Typpi</u>		
Sinilupiini	0.128	0.067	0.308
Keltalupiini	0.176	0.105	0.328
Valkolupiini	0.134	0.363	0.733
	<u>Fosfori (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</u>		
Sinilupiini	0.030	0.025	0.060
Keltalupiini	0.039	0.028	0.030
Valkolupiini	0.031	0.057	0.136
	<u>Kalium (K<sub>2</sub>O)</u>		
Sinilupiini	0.078	0.083	0.150
Keltalupiini	0.080	0.057	0.129
Valkolupiini	0.073	0.265	0.236
	<u>Kalsium (CaO)</u>		
Sinilupiini	0.053	0.068	0.019
Keltalupiini	0.041	0.055	0.017
Valkolupiini	0.038	0.112	0.091

WOJTYSIAK tutki lupiinin alkuaineiden ottokvkvä kolmena eri ajanjaksona: ennen kukintaa, kukinnan aikana ja ku-

Piirros 12. ERI LUPIINIEN TYPEN OTTOKYKY  
(Lähde: WOJTYSIAKin tutkimus)

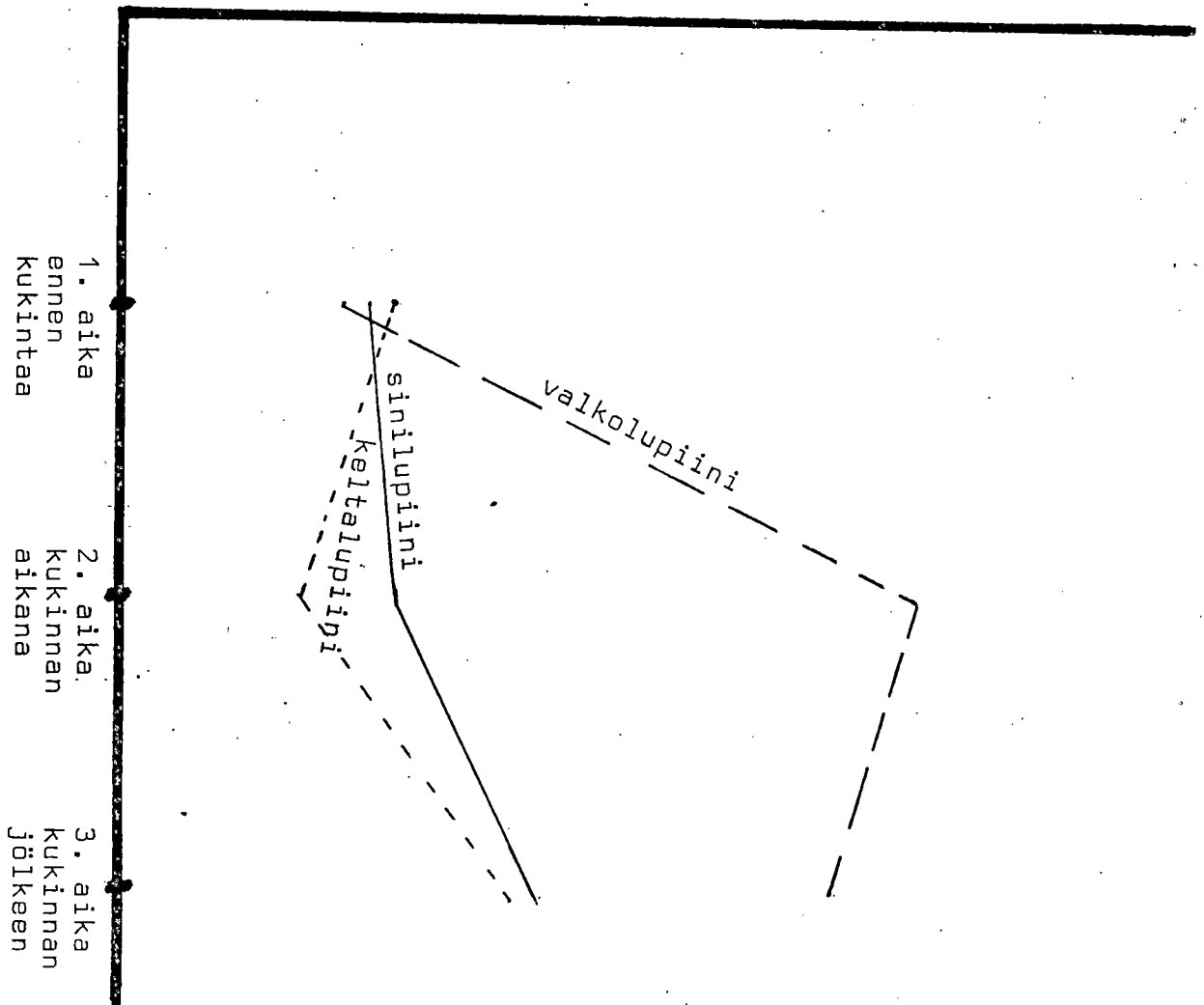


Piirros 13. ERI LUPIINIEN FOSFORIN OTTOKYKY  
(Lähde: WOJTYSIAKIN tutkimus)



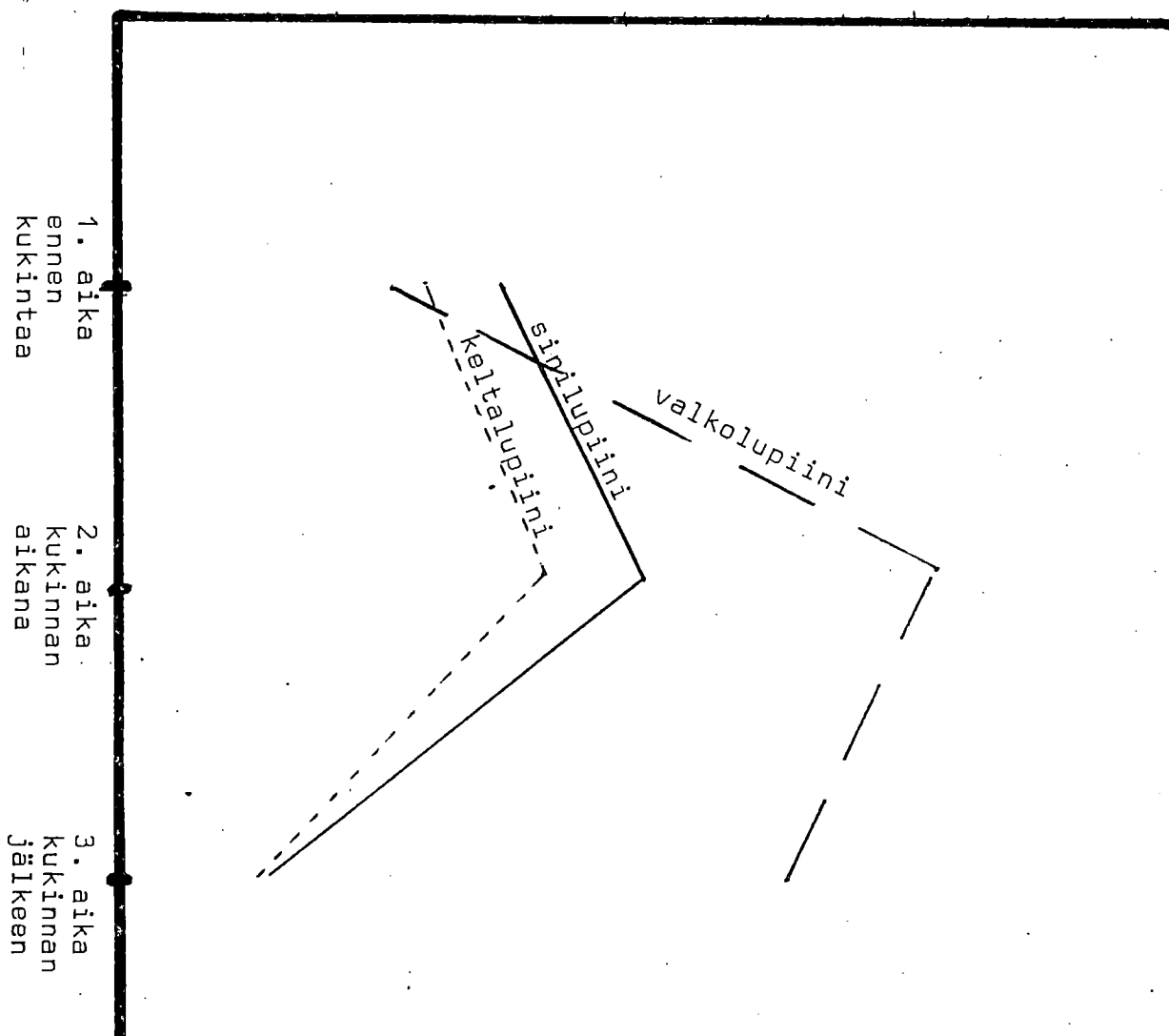
(Aniszewski 1984)

Piirros 14. ERI LUPIINIEN KALIUMIN OTTOKYKY  
(Lähde: WOJTYSIAKIN tutkimus)



(Aniszewski 1984)

Piirros 15. ERI LUPIINIEN KALSIUMIN OTTOKYKY  
(Lähde: WOJTYSIAKin tutkimus)



(Aniszewski 1984)



kinnan jälkeen. Tutkittavista alkuaineista mukaan otettiin typpi, fosfori  $P_2O_5$ , kalium  $K_2O$  ja kalsium  $CaO$ . Taulukon perusteella voidaan väittää, että lupiini käyttää hyväkseen eniten typpeä, sen jälkeen kaliumia. Kukintaan saakka myös käytetyt kalsiummäärät ovat huomattavia. Sen jälkeen kalsiumin otto selvästi pysähtyy ja jää minimaaliseksi. Typen otossa valkolupiini muodostaa poikkeuksen (sen käyttämä typpimäärä kasvaa koko ajan). Fosforin käytössä keltalupiini poikkeaa jonkun verran muista. Siinä ei tapahdu muutosta juurilainkaan. Kaliumin käytön suhteen poikkeaa valkolupiini selvästi. Se ottaa kaliumia enemmän (suuria määriä) kukinnan aikana, kun taas muiden lupiinien kaliumin otto ei tuona aikana muutu tai se jää pienemmäksi. Mielenkiintoista on, että kalsiumin otossa ovat kaikki lupiinilajit samanlaisia: kalsiumia käytetään vain kukintaan saakka ja sen jälkeen kalsiumin ottomäärät pienenevät.

Ravinteiden määrän lisäksi erittäin tärkeä tekijä on ravinteiden suhde. STANFORD ja hänen avustajansa ovat sitä mieltä, että erityisesti huomion arvoinen on suhde  $\frac{Ca+Mg}{K}$ . Heidän mukaansa jokaisella kasvilla, jolla esiintyy kaikkia em. alkuaineita normaalissa suhteessa on  $\frac{Ca+Mg}{K} = 3.6$ , kun taas kasvilla, jolla ei riitä kaliumia, tämä suhde on 6. STUCZYNSKA (1968) analysoidessaan STANFORDin vakiota, totesi, että Lupinus luteus -lajilla (samoin kuin Lupinus elegans -lajilla) tämä suhde on huomattavasti pienempi kuin 3.6.

Mielenkiintoinen on myös kaliumin ja fosforin asema lupiinin ravinteina. Lupiini käyttää paljon enemmän kaliumia kuin fosforia. Todennäköisesti siis kalium on tälle kasville ratkaiseva ravinne. Toinen seikka on se, että lupiinin fosforin asema on samantapainen kuin typen. Fosforia on varastoitunut siemeniin (samoin kuin typpeä) ja sen pitoisuus on kasvin muissa osissa alhaisempi aivan kuin

typenkin pitoisuus (BARBACKI 1952).

#### 5.8. Nystyräbakteerit

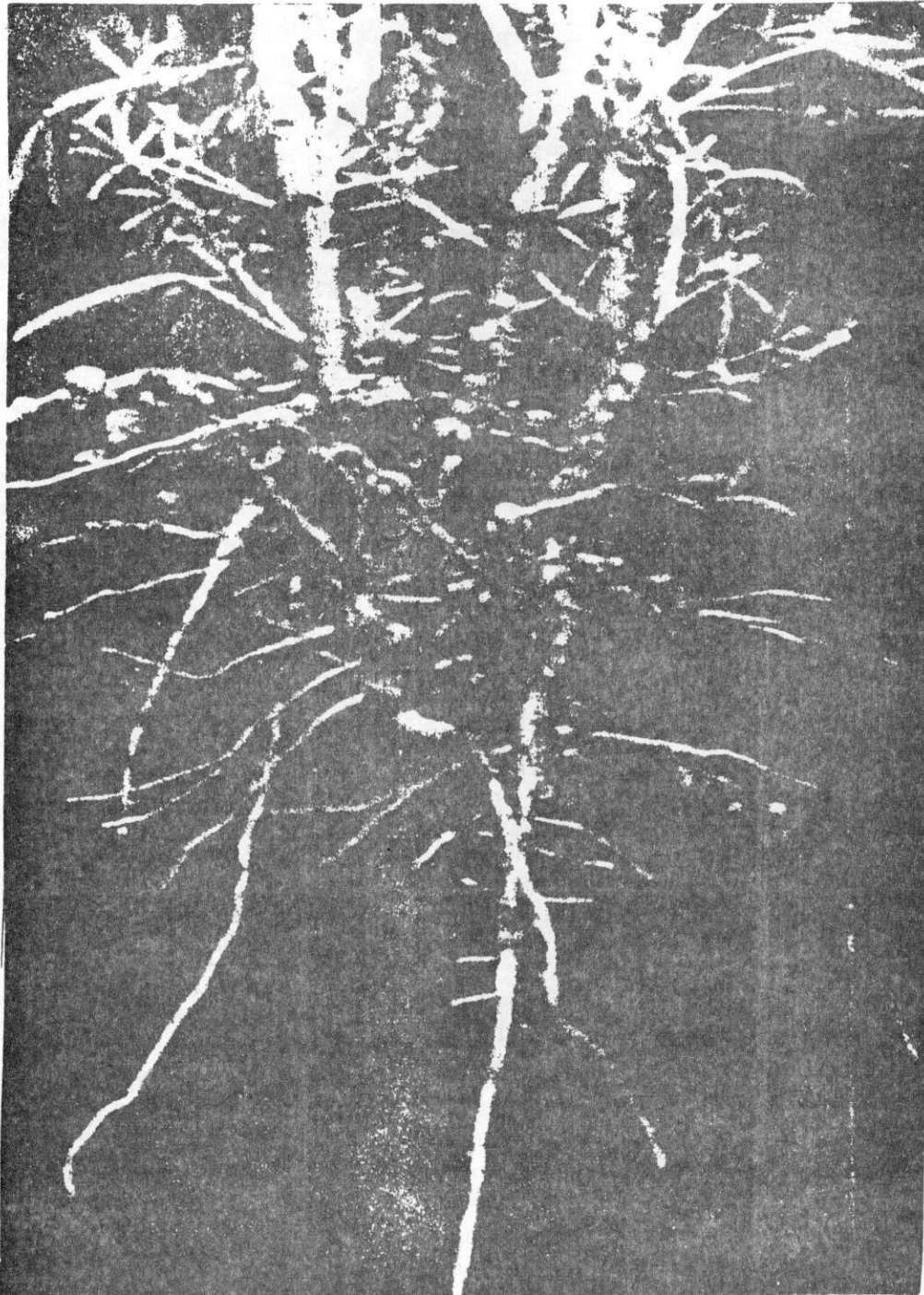
Mikrobiologisen toiminnan avulla on mahdollista siirtää tyyppiä ilmakehästä kasvien käyttöön. Tämän palkokasvien typensidonnan ovat huomanneet ja ensimmäisinä sitä tutkineet HELLRIEGEL ja WILFARTH (1888), BAJERNICK sekä PRAZMOWSKI (ref. BARBACKI 1952). Biologisella typen sidonnalla on todella suuri merkitys maataloustuotannolle ja luonnolle.

Jokaisella palkokasvilla on oma bakteerikantansa. Lupiinilla on Rhizobium lupini, jonka kanssa se on symbioosisuhteessa. Lupiinin bakteerit kuuluvat PRAZMOWSKIN terminologiassa Bacterium radicocola ja FRANKIN terminologiassa Rhizobium-bakteerikantaan. Muilla palkokasveilla on esim. Rhizobium leguminosarum (herneellä), Rhizobium trifolium (apilalla) jne. Lupiinin lisäksi Rhizobium lupini voi olla symbioosissa myös (ilman erityisiä toimenpiteitä) saradellin kanssa. Vaikka bakteereiden erikoistuminen eri kasveihin on erittäin voimakasta KRASILNIKOV (1949) korostaa kuitenkin, että apila on mahdollista ympäyttää lupiinin bakteereilla ja lupiini päinvastoin apilan bakteereilla.

Rhizobium-bakteereiden erikoismuotona on bakteroidi, jossa on soluja. Soluissa esiintyy selvästi mm. glykogeenia (SILNIKOVA YM. 1978). On vaikea todeta, onko bakteroidi todella kasvin kanssa symbioosissa. SILNIKOVA YM. (1978) toteaa tutkimuksessaan, että jos symbioosi ei ole tehokas, bakteroidin soluissa on enemmän glykogeenia kuin jos symbioosi on bakteerien ja kasvien välillä tehokas.

Vielä 30-luvulla oltiin sitä mieltä, että bakteerin ja kasvin suhde ei ole symbioottinen. Korostettiin, että

Kuva 3. SINILUPIININ NYSTYRÄT KESKI-SUOMESSA  
(Lupiinikokeet 1983, MTTK:n Keski-Suomen tutkimusasema)



(Foto: P. Simojoki)

bakteerit ovat loisia. Sodan jälkeen on kuitenkin huomattu, että kasvit, jotka ovat heikompia, ymppäytyvät vaikeammin kuin terveet kasvit. Jos todella olisi niin, että bakteerit olisivat loisia, pitäisi ilmiön olla päinvastainen (BARBACKI 1952).

Bakteereiden symbioosi voidaan jakaa kahteen osaan: 1) nystyröinti, joka riippuu bakteereiden elämiskyvystä ja 2) typen sidonta, mikä puolestaan riippuu bakteereiden tehosta. On mahdollista, että bakteerit ovat hyvin eläviä, mutta eivät tehokkaita tai päinvastoin (patologisia ilmiöitä), mutta kun niitä ympätään, ovat ne hyvin tehokkaita. Lopuksi bakteerit voivat olla hyvin eläviä, helposti nystyröityviä ja hyvin tehokkaita.

Lupiinin bakteerit siirtyvät kasviin juurikarvojen kautta heti kasvin aloitettua kasvunsa. Karvoissa bakteerit alkavat jakautua ja kasvaa sekä muodostaa infektion, joka leviää juuren kuoriseinän läpi. Samanaikaisesti juurisolut jakautuvat nopeasti, kasvavat sekä peittävät infektoituneen juurikarvan bakteeroidisella solukolla. Tällä tavalla on nystyrä syntynyt. Juuri itse muodostaa seinän, joka erottaa sen pinnan nystyräpeitteestä. Yhteys kuitenkin on erikoiskanavia (pienikokoisia) pitkin (BARBACKI 1952).

NOWOTNY-MIECZYNSKA (1952) totesi Rhizobium-bakteereissa esiintyvän leghemoglobiinia vain hyvin elävissä bakteereissa. Nystyröissä on punaista väriainetta vain siinä tapauksessa, kun typensidonta on tehokasta. Jos taas punaiseen väriaineeseen vaikutetaan hiilioksidilla, syntyy myrkytysoireita, jotka ovat samanlaisia kuin esim. eläimillä.

Mielenkiintoinen havainto on, että bakteereille suotuisat kasvuolot ovat useimmiten suotuisat myös isäntäkasveille. Tästä johtuen alkuaineet eli ravinteet, joita kasvi ottaa, ovat myös bakteereille sopivia. Lupiinin bakteeri eli

Rhizobium lupini-kanta hyödyntää sokereiden lisäksi erittäin hyvin lupiinin ottamaa fosforia, booria ja molybdeenia (NOWOTNY-MIECZYNSKA 1952). Nystyräbakteerit säilyvät maassa vuosikausia. Vielä pitkän ajan kuluttua bakteerit ovat ympäryskykyisiä. Noin 10 vuotta sitten esitettiin käsitys, että Rhizobium-bakteerit pystyvät sitomaan typpeä ilman palkokasvia maassa (DEMINA 1978). Vielä ei ole varmaa, koskeeko tämä myös Rhizobium lupinia, sillä asiaa ei ole toistaiseksi tutkittu tarkemmin.

## 6. LUPIININ SATO JA SEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

Lupiinin sato saadaan joko vihersadon tai siemensadon muodossa. Kun kysymyksessä on siementuotanto, saadaan myös sivutuotos eli olkisato. Lupiinisato voi nousta hyvinkin suureksi, mikä tekee lupiinista kannattavan ja erittäin kilpailukykyisen palkokasvin. Huippusadot riippuvat kuitenkin lajistá, lajikkeesta ja kasvuoloista. Suurin sato, joka saatiin kaikista lupiineista mm. koko Puolassa lupiinitutkimuksen aikana oli valkolupiinisato. Se oli yli 2200 q/ha vihermassaa ja 62 q/ha siemeniä. (q = kwintal eli painomitta, joka vastaa 100 kg:a. Siis vihersato oli jopa 220 000 kg/ha ja siemensato 6200 kg/ha.) Nämä satolukemat, jotka vastaavat 3564 kg raakavalkuaista/ha vihersadossa ja 2790 kg raakavalkuaista/ha siemensadossa (ilman olkien rv:sta), saatiin koeruuduissa (BARRACKI 1952).

Epäonnistunut lupiinin viljely voi tietenkin tuottaa alhaisen sadon, jona esim. Puolassa pidetään 1000 kg siementä/ha ja 10000 kg vihermassaa/ha. Neuvostoliitossa nämä alhaisen sadon rajat ovat pienemmät: 300 kg siementä/ha ja 5000 kg vihermassaa/ha. Näin ollen voidaan todeta, että Suomessa PITKÄSEN (ANON.) kokeissa saama valkolupiinisato 46657 kg vihermassaa/ha ja sinilupiini-

sato 35515 kg vihermassaa/ha ei ole huono. Vastaava valkolupiinin valkuaissato oli 641 kg/ha ja sinilupiinin 509 kg/ha. Ka-% niissä oli 10.8 ja 12.4 % sekä raakavalkuais-% vastavasti 12.7 ja 11.5 %. Kuten on havaittavissa, lupiinisato voi olla hyvin eritasoinen. Tällainen tekijä lisää valitettavasti viljelyn epävarmuutta. Toisaalta lupiinisato on sikäli mielenkiintoinen, että sen hyväksikäyttömahdollisuudet ovat moninaiset.

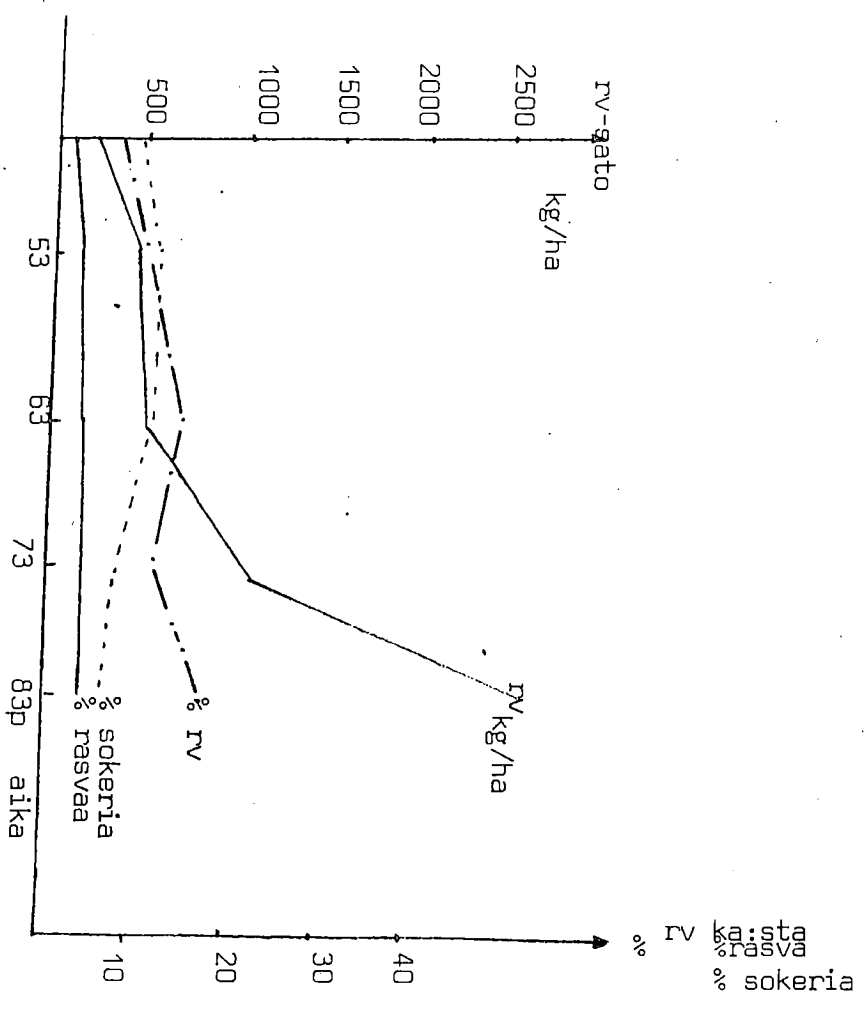
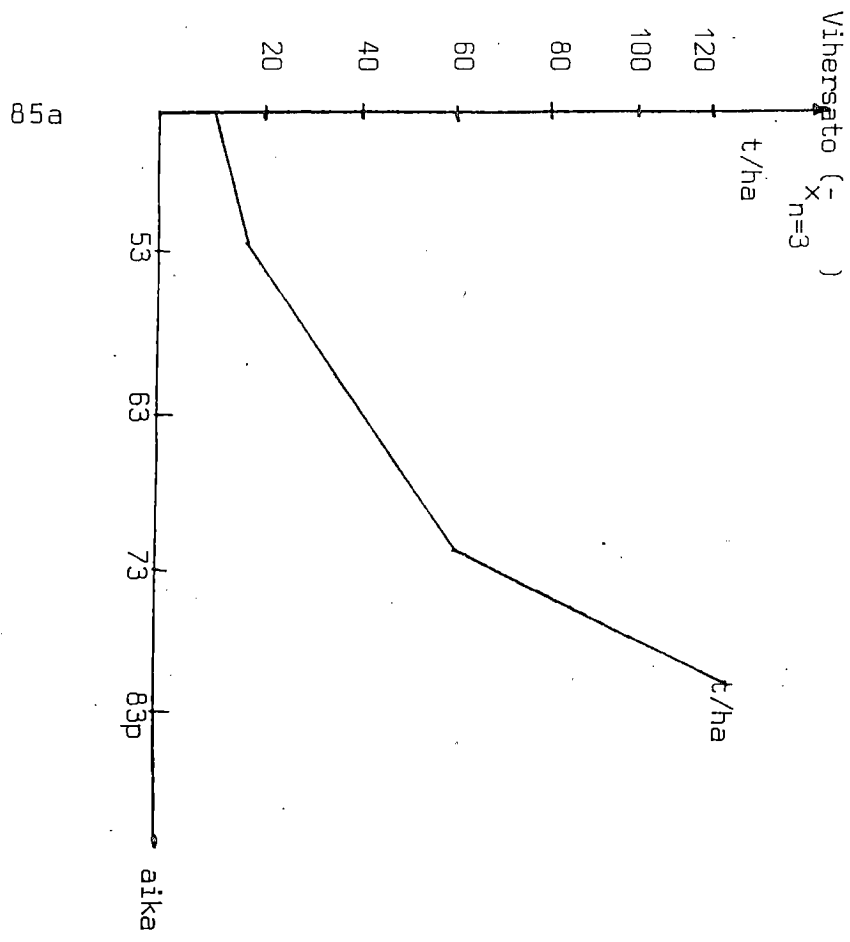
### 6.1. Vihersato

Vihersatoa voidaan käyttää kotieläinten rehuna, vihantannoituksessa ja kompostoinnissa. Tapoja on siis hyvin erilaisia. Myös lupiinin viljely kiinnostaa hyvin erilaisia maatiloja karjavaltaisesta karjattomiin tiloihin. Tätä seikkaa korostaa mm. RANTANEN (1970). Samoin puutarhatuotanto voisi olla kiinnostunut lupiinin vihersadosta.

#### 6.1.1. Vihersato rehuna

Vihersadon käyttöä rehuna rajoittaa se, onko kysymyksessä katkera vai makea lupiini. Katkeran lupiinin vihersadon käyttö rehuna on hyvin rajallista sen takia, että se sisältää katkeria ja jopa myrkyllisiä alkaloideja. BARBACKI (1952) huomauttaa, että suurin vaara ei kuitenkaan kätkeydy alkaloideihin, vaan lupiinitoksiiniin ja iktrogeeniin, jotka syntyvät loissienien vaikutuksesta kaikissa huonosti säilyvissä lupiinin osissa (siemenessä, heinässä, vihermassassa). Niitä voi esiintyä myös makeassa lupiinissa. Katkeran tai muun homehtuneen lupiinin vihersadon käyttö rehuna on kotieläimille vaarallista. Erittäin herkkiä tässä suhteessa ovat hevoset ja siat, vähiten taas kanat ja lampaat. Esim. KETTE (1854) on sitä mieltä, että lampaat kestävät hyvin lupiinissa mahdollisesti olevia myrkkijä. BARBACKI (1952) korostaa, että kuitenkin myös lampaille voi esiintyä (tosin harvoin) myrkytystilanne.

Piirros 16. LUPIININ VIHERSATO JA SEN OMINAISUUDET KESKI-SUOMESSA  
 (MTTK:n Keski-Suomen Tutkimusasema, Lupiininokkaet 1983)



Myrkytystä, joka eläimillä aiheutuu katkeran lupiinin tai homehtuneen makean lupiinin syömisestä, kutsutaan l u p i n o o s i k s i. Lupinoosia (lupinosis, lupinoza) ei saa sekoittaa lupiinoitoosi-ilmiöön (wyłubinienie), joka tarkoittaa lupiinissa maan vaikutuksesta esiintyviä kasvuhäiriöitä. Lupinoosin oireet ovat seuraavat: ruokahaluttomuus, maksan ja suoliston tulehdus, ruoansulatushäiriö, yleinen heikkous, lämpötilan nousu 41<sup>o</sup>C:een, hengityksen ja pulssin nopeutuminen, ulostusvaikeudet ja ulostus on mustaa tai kellertävän väristä. Nenästä voi tulla verta, vakavissa tapauksissa pää turpoaa ja silmät ovat keltaiset. Myrkytystapaus voi johtaa eläimen kuolemaan. Jos myrkytys on lievä, eläin paranee. Jos taas myrkytys on voimakas eläin kuolee 3-5 päivän kuluttua myrkytyksestä.

Lupinoosia ei esiinny, jos ruokinnassa käytetään katkeralupiinista tehtyä säilörehua. Se on erittäin käyttökelpoista myös lypsylehmille. Jos ruokinnassa käytetään myös juurikkaita, naatteja tai melassia, lupiinin ko. säilörehua voidaan käyttää suurehkoina annoksina. Juuret ja melassi vähentävät ulostusvaikeuksia.

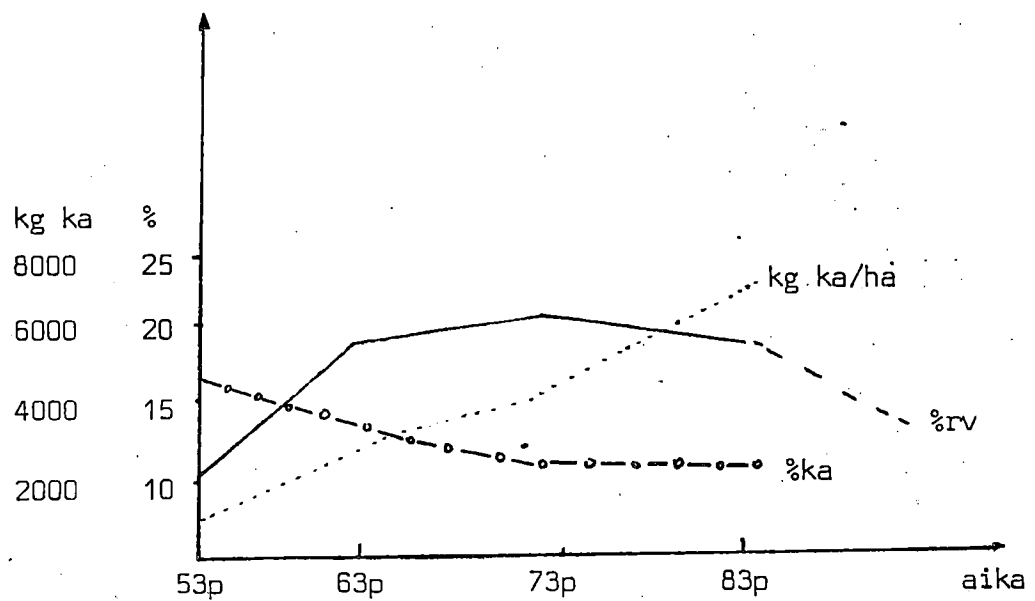
Makealupiinin suhteen ei ole minkäänlaisia rajoituksia sen vihersadon käytössä kaikille kotieläimille. Se on hyvin valkuaispitoinen rehu, jopa arvokkain rehu, mitä saadaan keveillä mailla. FIEDZIUSZKO YM. (1982) korostavat erityisesti keltaisen lupiinin vihermassan rehuarvoa. Viherrehuna he eivät suosittelle valko- ja sinilupiinin käyttöä vihermassana (ne eivät ole kilpailukykyisiä siemensadon kanssa).

Miksi sitten lupiinin viherrehu on niin käyttökelpoinen? Edellä jo mainittiin valkuaisesta, jonka ansiosta sitä voidaan käyttää joko viherrehuna, heinäna, kuivattuna olkena



Piirros 17. LUPIININ VIHERSATO KESKI-SUOMESSA (MTTK:n Keski-Suomen Tutkimus-  
asema.Lupiinikoheet 1983).

Lupinus luteus var.Granit  
(Huom. yksivuotisia tuloksia)



Kasvu-aika	S A T O		RV -sato	
	vihemassa kg/ha	ka kg/ha	%	kg/ha
53p	$\bar{x}_n$ 8582,0	$\bar{x}_n$ 1296,4	13,56	175,8
63p	$\bar{x}_n$ 19311,8	$\bar{x}_n$ 2543,3	17,87	454,5
73p	$\bar{x}_n$ 38723,5	$\bar{x}_n$ 4623,2	20,18	933,0
83p	$\bar{x}_n$ 72175,0	$\bar{x}_n$ 7778,0	19,75	1536,1
	n=6			

(Aniszewski 1984)

tai säilörehuna. Lupiinissa esiintyy myös A, B, D ja K vitamiineja. Viherrehun sulavuus on 70-72 % orgaanista ainesta, 80 % raakavalkuaista, 78-80 % puhdasta valkuaista, 28-35 % raakarasvaa, 60 % kuitua, 72-81 % typettömiä yhdisteitä. Kilo lupiinia sisältää (14 % kuiva-ainetta) 24 g srv, 19 g spv, 79 g typettömiä yhdisteitä (BARBACKI 1952).

Lupiinin viherrehua ei voi käyttää erillään muusta ruokinnasta. Tähän on kaksi syytä: ensinnäkin lupiinin valkuaisen ja hiilihydraattien välisessä suhteessa vallitsee ristiriita. Suhde on 4.6:1 alkukukinnan aikana, 4.3:1 täyskukinnan aikana ja 3.8:1 palkojen muodostumisen aikana. Viherrehuna lupiinia voidaan hyödyntää parhaiten silloin, kun sitä annetaan eläimille yhdessä muiden hiilihydraatteja sisältävien rehujen kanssa, esim. heinän (vaikka huonolaatuisenkin) tai viljanolkien kanssa. Vihermassa (makean lupiinin) voi korvata osaksi täysrehutiiviste-valkuaista ruokinnassa.

Lupiinin vihersatoa voidaan helposti säilöä. PODKÓWKA (1978) ilmoittaa, että lupiininsäilörehussa on 12.6 % (arvo on laskettu Watsonin kaavan mukaisesti) srv ka:sta ja 13.0 % (laskettu Dijkstran kaavan mukaisesti) srv ka:sta. Vertailtaessa muihin kasveihin vastaavat numerot ovat: soija - 11.3 ja 11.6 %, maissi - 4.3 ja 2.3 % apila 12.1, 12.8 % sinimailanen 12.5 ja 13.0 % AIV (nurmi) - 10.5 ja 10.8 % (PODKÓWKA 1978). Samanlaiset arvot ovat saaneet myös WATSON ja NASH (1960).

#### 6.1.2. Vihersato vihantalannoituksessa

Lupiinin soveltuvuudesta viherlannoitukseen kertovat sen kemialliset ominaisuudet. Lupiinin vihersato sisältää verrattain paljon typpeä, kaliumia, magnesiumia, fosforia ja kalsiumia. Lisäksi myös kuidun osuus on merkittävä. ANISZEWSKI (1984a) toteaa lupiinin olevan sopiva kasvi vi-

herlannoitteeksi ja se tulee tässä ominaisuudessa kysymykseen, kun etsitään potentiaalista väkilannoitteen vaihtoehtoa tai jopa korviketta. Viherlannoitteeksi sopivana lupiinia pitävät mm. THOMPSON & ROBERTSON (1959). KAUPPILA (1983) toteaa, ettei Suomessa ole viherlannoitusta laajalti tutkittu eikä käytännössä paljontaan kokeiltu.

On kuitenkin paikallaan muistuttaa, kuten prof. BARBACKI (1952) on tehnyt, että makeaa rehulupiinia ei kannata käyttää viherlannoitteena. Katkerat lupiinit ovat siihen tarkoitukseen sopivampia. Nykyään lupiinin viljelyn kannattavuus lähinnä siemeniksi ja rehuksi estää sen vihantalannoituksena käytön. Toisaalta karjattoman maatalouden lisääntyminen lisää karjanlannankorvikkeen käyttötarvetta. Tässä suhteessa lupiinin mahdollisuudet yhtenä vaihtoehtona ovat hyvät. Toisaalta FIEDZIUSZKO YM. (1982) ovat sitä mieltä, että lupiinin merkitys viherlannoitteena on vähentymässä. Syynä on halvempien typpilannoitteiden tuotannon lisääntyminen. Jo aikaisemmin MIKOLAJCZYK (1974) oli sitä mieltä, että lupiinin merkitys viherlannoitteena vähenee, koska katkeraa lupiinia voidaan käyttää rehuksi termisen ja mekaanisen käsittelyn jälkeen. Katkerien lupiininien merkitys kalojen ruokinnassa nostaa sen merkitystä rehuksena ja vastaavasti vähentää sen käyttöä viherlannoitteena.

### 6.1.3. Vihersato kompostoinnissa

Lupiinin käyttö kompostoinnissa on eräs tapa hyödyntää katkerien lupiininien vihermassaa. Lupiini hajoaa nopeasti ja sen ansiosta saadaan nopeasti hyvää kompostia esim. puutarhaan. Pellolle tarkoitettussa kompostissa käytetään lupiinin lisäksi myös olkia, puun lehtiä, rikkaruohojen versoja, sahajauhoja. Puutarhaa varten (sekä avomaan että huoneviljelyssä) kompostoinnissa käytetään tavallisesti pelkästään lupiinia ja multaa. Muiden aineiden (esim. oljet) ei tule ylittää 15 %:a koko kompostin raaka-aineesta.

Kompostoinnin aikana lupiinin lämpötila kohoaa jopa 60-70°C:een ja vaihtelee sittemmin entsyymien toimiessa 30-50°C. Kun komposti on valmista, lämpötila voi laskea jopa alle 10°C:n.

Mikä sitten on lupiinikompostin todellinen arvo? Hyvin merkittävä on sen humusta lisäävä vaikutus. Puutarhassa humuksen lisäys on myös samalla ravinteiden ja biologisen toiminnan lisäämistä. Lupiinikompostista voidaan myös valmistaa kasvihuoneen kasvualusta. Lupiinikompostin lisäksi siihen käytetään kasvihuoneturvetta. Tämä on tärkeä seikka nimenomaan nykyään, kun puutarhatuotanto on suhteellisen laajalti levinnyt maassamme. Tällä hetkellä puutarhassa käytetty väkilannoitelannoitus ei ole paras mahdollinen tapa kaikille kasveille.

## 6.2. Siemensato

Lupiinin siemensadolla tarkoitetaan kaikista versoista saatua siemenmäärää. Huomioon ei oteta, mikä on siementen kypsyamisaste ja elinvoima. Erityisesti tämä korostuu sen takia, että varsinkin sellaista siementen käyttöä, jotka eivät ole täysin tuleentuneita, on monipuolista ja lupiinille ominaista.

### 6.2.1. Sadon määrä ja siihen vaikuttavat tekijät

Lupiinin siemensato vaihtelee huomattavasti lajin ja lajikkeen mukaan. Ominaisatoisuudeltaan paras on Lupinus albus, seuraavaksi tulee Lupinus angustifolius ja vasta sen jälkeen Lupinus luteus. Määrällisesti sato vaihtelee 300 kg/ha (epäonnistunut sato)-6.5 t/ha (paras mahdollinen sato).

Lupiinin siemensadon määrään vaikuttavat pelkästään geneettisten ominaisuuksien lisäksi monet muut tekijät. Erittäin tärkeää niistä on viljelytekniikka, lannoitus, maalaji, bakteeritoiminta, sääolot varsinkin kesän loppu-

LUPIININ SIEMENSATO KESKI-SUOMESSA (MTTK:n Keski-Suomen Tutkimusasema.  
Lupiinikokeet 1983).

Lupinus luteus var.Granit

(Huom. Yksivuotisia tuloksia)

S I E M E N S A T O

KYLVÖAIKA	kg/ha ka	rv%	kg/ha rv-sato
1. $(\bar{x}_n)$	620.96	45.4	281.9
2. $(\bar{x}_n)$	426.1	34.3	146.1
3. $(\bar{x}_n)$	227.1	33.4	76.08
4. $(\bar{x}_n)$	-	-	-

n=3

V I H E R S A T O

	kg/ha	kg ka/ha	% rv
4. $(\bar{x}_n)$	14424.0	4719.0	18.5
5. $(\bar{x}_n)$	14666.3	3271.3	17.9
6. $(\bar{x}_n)$	11272.3	2875.2	17.0

n=3

(Aniszewski 1984)

puolella. Huippusatoon päästään vain silloin, kun kaikki em. tekijät ovat optimaalisia. On todettava kuitenkin, että kaikkien kasvutekijöiden (jotka vaikuttavat siemensaatoon) yhtäaikainen onnistuminen on käytännön viljelyssä melko harvinainen ilmiö. Lupiinin siementen huippusatoa on turha odottaa joka vuosi.

Lupiinin siementuotanto ja sen vaihteleva määrä on tähän mennessä ollut esteenä sille, ettei lupiinin viljely ole sanottavasti lisääntynyt. Esteenä on ollut myös lupiinin kylvösiemenen saannin vaikeus sekä melko heikko isosiemenisen lupiinin siementen lisääntymiskerroin (MAJSURJAN & FILATOV 1956). Ratkaisun tähän ongelmaan voi tuoda vain piensiemienisten lupiininien käyttö viljelyssä.

#### 6.2.2. Siemenet ruokinnassa

Lupiinin siemenet ovat käyttökelpoisia kaikkien kotieläinten ruokintaan. Jauhetut makealupiinin siemenet (joissa on suhteellisen paljon epätäydellistä sulavaa raakavalkuaista) sekoitetaan ruokinnassa viljan jyviin sen vuoksi, että eläinten organismi pystyy maksimaalisesti hyödyntämään ne. KRONACHERin (1934), KRONACHER YM. (1936) ja BARBACKIn (1952) mukaan lupiinia voidaan käyttää lypsylehmien ruokinnassa sellaisessa väkirehussa, jossa lupiinin lisäksi on mukana kauraa, ohraa, kalajauhoa ja sokerijuurikkaiden teollisuusjätteitä (kuivattuna). Em. tutkijoiden mukaan väkirehuseos pitäisi koostua seuraavista aineista: 70 kg lupiinijauhoa, 12.5 kg kaurajauhoa, 12.5 kg ohrajauhoa, 5.0 kg kalajauhoa, 150 kg sokerijuurikkaiden teollisuusjätteitä (kuivattuna) (BARBACKI 1952). SARIC ja ROMASEVAC (1983) toteavat, että ruokinnassa käytetyt lupiinin siemenet ovat samanarvoisia muihin palkokasveihin, varsinkin soijaan nähden. Em. tutkijat ovat samaa

mieltä MIRONENKON (1975) ja LENOBLÉN (1979, 1983) kanssa, ettei seosta voi suositella yksimahaisille, koska lupiinin siemenissä on alhainen metioniini ja tryptofaanipitoisuus. Heidän tietonsa perustuu valkoisen lupiinin tutkimukseen. Jotkut muut tutkijat, erityisesti australialaiset ovat eri mieltä lupiinin siementen antamisesta yksimahaisille eläimille. Sekä BARNETT ja BATTERHAM (1981) Australian Maatalouden tutkimuskeskuksesta että KING (1981) Australian Kotieläinten Tutkimuslaitoksesta toteavat tutkimuksissaan juuri päinvastaisen ilmiön. BARNETT ja BATTERHAM (1981) tutkivat sinilupiiinia, kun taas KING (1981) valkolupiiinia. (BARNETT ja BATTERHAM tutkivat Lupinus angustifolius var. Unicropia ja KING Lupinus albus var. Hamburgia. Aikaisemmin mainitut SARIČ ja RAMOSEVAČ tutkivat Lupinus albus var. Bosnaa ja Blancaa). Lupiinin siemeniä voidaan käyttää sikojen ruokinnassa joko suoraan lupiinijauhona tai käsitellyn jälkeen rikastettuna muotona l. valkuaiskonsentraattina. Lupiinin käytön perustana ruokinnassa on tietty päiväannos. Esim. sikojen ruokinnassa se on 30 % - 50 %, siipikarjan ruokinnassa 10 - 35 % (eri lähteiden luvut ovat poikkeavia). Lupiinin osuus ei voi olla kokonaan 100 % rehua. Tätä asiaa käsiteltiin jo valkuaisen yhteydessä.

Lupiinin siementen käytöstä on saatu hyviä tuloksia siipikarjan, erityisesti broilerin ruokinnassa. LARBIERIN (1980) mukaan 11.5 % suuruinen lupiini (Lupinus albus var. Kalina) päiväannos vaikutti positiivisesti siipikarjan ja munien tuotantoon. Saman tutkimuksen mukaisesti 23 %:n suuruinen lupiiniannos vaikutti jo negatiivisesti munien tuotantoon. LARBIERIN hypoteesin mukaan makeassa lupiinissa (siemenissä) on osittain käyttökeltomia aineita tai niissä on aineita, jotka ovat käyttökelpoisten aineiden inhibiittorina (LARBIER 1980). Ranskalaisen tutkijan hypoteesi on mielenkiintoinen, mutta toisaalta omalaatuinen. Toinen ranskalainen tutkija LACASSAGNE (1983) puolestaan totesi tutkimuksessaan, että lupiinin 20 %:n lisäys siipikarjan päiväannokseen vaikutti

erittäin positiivisesti karjan kasvuun neljänä ensimmäisenä elinviikkona. Tutkitun Lupinus albus var. Kalinan osuutta annoksesta voitiin lisätä jopa 35 %:iin (LACAS-SAGNE 1983). Mielenkiintoista on havaita, että jo 30-luvulla suositeltiin munien tuotannon kohottamiseksi lupiinin käyttöä kanojen ruokinnassa 15 %:n verran päiväännoksesta (MANGOLD & COLUMBUS 1938). On paikallaan korostaa, että kanat syövät erittäin mielellään lupiinin säilörehua. Varsinkin talvella kanoille olisi annettava lupiinin säilörehua, josta ne saavat valkuaista ja vitamiineja.

Lampaiden ruokinnassa lupiinia käytetään soijan asemesta. Erityisesti nuorten lampaiden ruokinnassa suositellaan käytettävän lupiinia. KRONACHER YM.(1936) ja BARBACKI (1952) olivat sitä mieltä, että alkuruokinnassa (2 kuukautta) tulisi käyttää väkiseosta (60 % lupiinin jauhoa, 30 % ohrajauhoa ja 10 % kalajauhoa) ja lisäksi perusravintoa l. heinää ja sokerijuurikkaiden jätteitä. Näiden tietojen mukaan tällaisessa ruokinnassa olevien lampaiden päivittäinen kasvu on n. 360 g.

Lisäksi lupiinin siemeniä syövät kyyhkysset ja kalat. Myös vuohet ja kaniinit käyttävät niitä jonkin verran.

### 6.2.3. Siemenet ihmisravintona

Yhtenä mahdollisuutena lupiinin siemensadon käyttämiseksi on sen käyttö ihmisravintona. Tämä perustuu siihen, että puhtaassa muodossa oleva lupiinin proteiini voi korvata muiden kasvien valkuaista elintarvikkeissa ja tuli ilmi erityisesti neuvostoliittolaisten (KALER YM. 1952) ja italialaisten tutkijoiden (POMPEI 1983; CERLETTI YM. 1983) sekä SATHE YM. 1982 tekemissä tutkimuksissa. Aikaisemmin jo J. BECKER-DILLINGEN (1929) totesi lupiinin kelpoisuuden ihmisravinnoksi ja lisäksi katsoi lupiinin proteiinin käyvän myös eläinvalkuaisten korvikkeena. Tätä katsantokantaa tukee myös suomalainen tutkimus (PITKÄNEN ANON.).



Milanon yliopistosta oleva Dr. POMPEI (1983) kirjoittaa, etteivät alkaloidit muodosta minkäänlaista estettä lupiinin käytölle ihmisravintona. Alkaloidit on mahdollista poistaa kokonaisuudessaan teollisin menetelmin lupiinijauheen ja lupiinilipidien tuotannon yhteydessä (POMPEI 1983). Tieteellisesti uutta on se, että ko. tuotantoon voidaan käyttää myös erittäin kitkerää lupiinia, jota (esim. Lupinus mutabilis) tähän saakka on pidetty ravinnoksi kelpaamattomana.

Lupiinin proteiinin laatu riippuu lajista, lajikkeesta ja kasvuoloista (SMIRNOVA-IKONNIKOVA 1952). Kun otetaan huomioon se seikka, että eri lajeilla ja lajikkeilla on eri valkuaispitoisuus, voidaan todeta myös, että eri lajikkeiden aminohappokoostumus vaihtelee. Tämä vaikuttaa selvästi ravintokelpoisuuteen. Taulukosta 16 sivulla 94 käynee ilmi, että valkuaisaineeltaan parhaita vertailtaessa soijaan ovat Lupinus luteus (95 MEAA) ja Lupinus mutabilis (92 MEAA). Lupinus angustifolius-lajin saama tulos vertailussa on vain 9 MEAA pienempi kuin soijan MEAA. Huomattavasti heikomman tuloksen saa Lupinus albus (78 MEAA), jota kuitenkin voidaan käyttää ihmisravinnoksi (POMPEI 1983). Valkuaisesta puhuttaessa on syytä mainita, että lupiinien sisältämien rasvojen rasvahapot ovat tyydyttymättömiä (POMPEI 1983). Toisin sanoen lupiinin lipideissä olevat rasvahapot ovat kauran rasvahappojen kaltaisia.

KALER YM. (1952) toteaa, että PALLADINin ja SYTINin metodeja käyttämällä Weikko-lupiinilajikkeen siemenistä saatiin 34.2 - 38.2 % siementen sisältämää valkuaista ja PETROVIN metodin perusteella 55.0 - 56.1 % valkuaista. Lisäksi PETROVIN menetelmällä saatiin "sivutuotejauhetta", jossa vielä oli 24.7 - 26.5 % valkuaista. Tämä "sivutuote" oli 100 %:sti makeaa ja sitä käytettiin lehmien ruokintaan. KALERin YM. (1952) tutkimusryhmä on saanut omaa metodologiaan käyttäen 72 - 75 % siementen sisältämää valkuaista, jossa N-osuus oli 14.9, ts. valkuaispitoisuus oli

Taulukko 16. LUPINIEN AMINOHAPPOJEN KOOSTUMUS

Aminohappojen symbolit	<u>Lupinus</u> <u>albus</u>	<u>Lupinus</u> <u>angustifolius</u>	<u>Lupinus</u> <u>luteus</u>	<u>Lupinus</u> <u>mutabilis</u>	Soija
LYS	4.4	5.2	6.1	6.0	6.4
THR	3.9	3.5	4.0	4.0	3.9
CYS+MET	2.0	2.3	3.1	2.7	2.6
VAL	3.4	4.0	4.3	4.0	4.8
ILE	4.2	3.8	4.6	4.7	4.5
LEU	7.3	6.6	9.0	7.4	7.7
TYR+PHE	8.3	7.1	6.9	7.9	8.1
TRP	0.4	0.9	0.9	0.8	1.2
MEAA-kerrain	78	87	95	92	96

Lähde: CERLETTI YM. (1983).

93.1 %. Nimenomaan tätä valkuaisista on käytetty myöhemmin leipomoteollisuudessa. Sivutuotteita, joita on saatu valkuaisen tuottamisprosessin yhteydessä, on käytetty lehmien ruokintaan. Sivutuotteena saatiin jauhetta, jonka ka:sta oli 16.74 % valkuaisista, 31.3 % selluloosaa, 46.46 % typettömiä yhdisteitä ja 4.56 % tuhkaa (KALER YM. 1952).

POMPEI:n (1983) mielestä makeaa lupiinijauhetta voidaan käyttää ihmisravinnoksi. Sitä ennen jauhetta täytyy puhdistaa alentamalla sen kuitupitoisuutta ja nostamalla valkuaispitoisuutta n. 10 %. Lisäksi erittäin tärkeää on poistaa rasvoja. Rasvojen poistaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa, jos lupiinien rasvapitoisuus Euroopassa on alle 18 % ja Etelä-Amerikassa alle 16 % (POMPEI 1983). Pompei sai lupiinin siemenistä puhdasta proteiinia (puhtaus oli 90 - 95 %:sta). Tämä puhdas valkuainen, jonka osuus siementen alkupainosta oli 20-25 % on suoraan käytettävissä ihmisravinnoksi. Ravintokokeissa, joissa koe-eläiminä olivat rotat, todettiin, että metioniinihapon lisäys parantaa lupiinin ravintoarvoa (POMPEI 1983).

POMPEI (1983) käytti puhdistettua lupiinijauhetta leivän valmistuksessa. Hänen tutkimuksensa osoittaa, että 20 %:n lupiini jauheen lisäys leivässä vähensi leivän tilavuutta (kuitenkin tilavuuden taso oli sama kuin muulla tavoin valmistetussa leivässä), paransi jonkin verran leivän kemiallista koostumusta ja rajoitti vain minimaalisesti in vitro -proteiinin sulavuutta (POMPEI 1983). Dr. STENCEL, joka työskentelee Poznanin Kasvinviljelyn ja Aklimatisaation Tuotantolaitoksen Kasvinviljelyn, Jalostuksen ja Aklimatisaation Tutkimusosaston Biokemiallisen Laboratorion johtajana on sitä mieltä, että tällä hetkellä tutkittaessa lupiinin käyttöä leipomoissa vaikeutena on se, että lupiinissa on vähän sitkoa. Sen sijaan valkuaiskonsentraattia käytetään suklaa- ja lihatuotteiden valmistukseen (ANISZEWSKI 1984b).

KALER YM. (1952) käytti puhdistettua lupiinijauhetta ruisleivän ja vehnäsämpylöiden valmistukseen. Kokeet suoritettiin Minskin leipomossa n:o 1. Ruisleivän valmistukseen käytettiin 7 seosta, joissa osa ruisjauhoa korvattiin lupiinijauheella. Puhdistetussa lupiinijauheessa oli 15 % kosteutta, 39.7 % valkuaisista, 10.6 % selluloosaa ja 4.2 % tuhkaa. Lupiinijauheen valkuaisissa oli 80 % kosteutta, 17.7. % aminohappoja ja 0.5 % tuhkaa. Kokeet tehtiin samalla tavalla kuin leivän valmistaminen leipomossa tapahtuu. Tulokseksi saatiin, että leipä, jossa oli 10 % ja 15 % lupiinivalkuaisista, ei huonontunut eikä kuivunut joutuessaan seisomaan. Eri leipänäytteistä tehty makuarvostelu osoitti, että yleisö piti eniten siitä leivästä, jossa oli 10 % lupiinivalkuaisista. Lisäksi on todettava, että kaikissa lupiinileivän näytteissä leivän maku ja haju oli normaali, leivän väri oli vaaleankeltainen, vaaleampi kuin vertailtavan leivän väri (KALER YM. 1952).

Sämpylöiden leivonnassa käytettiin vehnäjauhoa, johon lisättiin 2 %:a sekä 4 %:a lupiinivalkuaisista samalla tavalla kuin edellisissä kokeissa. Suoritettu makuarvostelu osoitti, että lupiinin valkuaisen lisääminen paransi sämpylöiden makua, väriä, tilavuutta ja ravintoarvoa (KALER YM. 1952). POMPEI (1983) tutki laboratoriossa mahdollisuutta valmistaa maissiproteiinitivvistettä, jossa 20 % maissia olisi korvattu lupiiniproteiinilla. Hänen tuloksensa ovat erittäin positiivisia ja osoittavat, että rasvojen poistaminen lupiinijauheesta ei ole välttämätöntä.

Makeiden lupiinien siemeniä, jotka korjataan sopivaan aikaan, käytetään raakavihannessalaateissa ja keittoihin (POMPEI 1983). Lupiinirasvoja voidaan käyttää ruoan säilömiseen ja erityisesti purkkilihan valmistukseen.

#### 6.2.4. Siemenet orgaanisessa lannoituksessa

BECKER (1929) ja PITKÄNEN (ANON.) huomauttavat, että esim. Italiassa lupiinin siemeniä käytetään mm. typpiväkilannoitteen korvikkeena. Siemeniä voidaan käyttää samaan tarkoitukseen siten, että ensin joko kuumentamalla tai jauhamalla tuhotaan siementen elinvoima. Korkea valkuaispitoisuus (siis korkea N-pitoisuus) tekee lupiinista nopeasti vaikuttavan lannoitteen. Yleensä 1000 kg:sta siemeniä saadaan vähintään 37 kg puhdasta typpeä ja korkeintaan 80 kg puhdasta N/ha.

#### 6.2.5. Kylvösiementen saanti

Hyvälaatuisen kylvösiemenen saanti varsinkin pohjoisilla viljelyalueilla on erittäin tärkeää. MAJSURJAN ja FILATOV (1956) kirjoittavat, että viljelytoimenpitein voidaan varmistaa täydellinen ja varma kylvösiemenen saanti. Tällöin tutkijoiden mielestä tulevat kysymykseen seuraavat toimenpiteet: oikea fosfori-kaliumlannoitus, boorilehtilannoitus, defoliaatio ja jaro-visointi (MAJSURJAN & FILATOV 1956). Samanaikainen kaikkien mainittujen toimenpiteiden vaikutus nopeuttaa selvästi siementen kypsymistä ja nostaa satoa. Kokeissa, jotka suoritettiin v. 1949 - 1956, kävi ilmi, että yksin jarovisoinnin käyttö nosti satoa 12 - 39.5 %:lla vertailtaessa ilman jarovisointia saatuihin siemeniin (MAJSURJAN 1962c). Kaikkien toimenpiteiden yhteispanos nosti satoa eräissä kokeissa 1380 kg:lla/ha ja siementen itävyyttä jopa 97.0 % (MAJSURJAN & FILATOV 1956).

Paitsi siementen, myös nimenomaan kylvösiemenen saanti on tärkeä lupiinin pohjoisilla viljelyalueilla. Tämä edellyttää, että itävyysprosentti on vähintään 80 %. Kaikki muut lupiinin siemenet ovat käyttökelpoisia rehuksi.

## 7. LUPIININ VAIKUTUS KASVUALUSTAAAN

Lupiinin viljely lisää selvästi muiden myöhemmin viljel-  
tävien kasvien viljelyvarmuutta ja kohottaa niiden satoa.  
Tämä on mahdollista vain, koska lupiini vaikuttaa myönteis-  
esti kasvualustaan. Näin ollen lupiinin viljelyä voidaan  
teoreettisesti pitää myös yhtenä viljelytekniisenä toimen-  
piteenä.

### 7.1. Typen kerääntyminen

Luvussa 5.8. kuvattiin jo lupiinin kanssa symbioosissa  
elävien nystyräbakteerien toimintaa. Kuitenkaan lupiinin  
versosta ja siemenistä saatu typpi ei ole kaikki se typpi,  
minkä lupiini ottaa ilmakehästä käyttöönsä. Paljon typpeä  
jää lupiinin juureen ja juurien ympäristöön, myös nysty-  
röihin. BYCZKOWSKI ja BATALIN (1951-1955) toteaa, että  
lupiini on tässä suhteessa erikoisasemassa. Vuonna 1962  
hän kirjoittaa tutkimuksessaan, että lupiinin juuressa on  
suuria N-määriä. FILIMONOVA (1962a) toteaa, että  
yksivuotinen lupiini kykenee käyttämään 300 kg/ha typpeä  
(koko typpimäärä laskettuna). Tästä typen määrästä bak-  
teeri käyttää 10-25 %. Kasveilla on valmiina n. 75-90 %  
typpeä, mutta kasvi ei sitä kaikkea käytä (FILIMONOVA  
1962a). Varovasti laskettuna n. 10-25 kg/ha puh-  
dasta typpeä on kerääntynyt maahan lupiinin viljelyssä  
(bakteeri + juuret). Jos lasketaan niin, että lupiinin  
juurien orgaaninen kuiva-aines on korkea ja N-osuus on  
1 %, silloin vastaava typen määrä lupiinin viljelyssä oli-  
si (bakteerit + juuret) n. 60 kg/ha.

### 7.2. Happamuuden vähentyminen

Yleisesti palkokasvit prof. VARIKSEN mukaan alentavat maan  
pH-arvoa. Tämä johtuu siitä, että ne ottavat runsaasti  
kationeja ja typensidonnan hukkatuotteena syntyy vetyä  
(VARIS 1983). Kasvuaikana tämä koskee lupiiniakin,  
jonka fysiologiassa  $H^+$  ja  $Mn^{2+}$ :lla on oma funktionsa.

Ilman vetykiertoa voi esiintyä lupiinitautia.

On mielenkiintoista havaita, että lupiinin viljely viherlannoitteena vaikuttaa suoraan maan pH-arvoon. Erityisesti KISZKURNON (1975) tutkimuksessa todettiin selvästi, että kasvun aikana pH-arvo, kuten yleensä palkokasveilla alenee, mutta vihermassan muokkaus maahan ja sen hajoaminen vaikuttaa niin, että pH-arvo nousee. Miten tämä on mahdollista? Kalkituksen vaikutus (neutralointi) johtuu  $\text{CO}_3^{2-}$  tai  $\text{OH}^-$  vaikutuksesta. Lupiinin vihermassan hajoamisprosessi on kemiallisesti katsoen pitkäketjuinen. Kiinnostava tekijä tässä prosessissa on nimenomaan valkuaisen hajoaminen. Tämän hajoamisen lopputuotteena syntyy  $\text{OH}^-$  -ryhmiä, jotka puolestaan vaikuttavat neutralointikykyyn. Siis mitä isompi valkuaissto on maahan muokattu, sitä suurempi on neutralointikyky. Asia ei ole kuitenkaan näin lineaarinen. Ko. ominaisuutta on esim. KISZKURNO (1975) käyttänyt hyväkseen turvekompostoinnissa. Biologisesti tuotetun kompostin sisäinen elävyys (mikrobisto) on mahdollista pH:n ollessa korkea. Tähän ei vaikuta niinkään kalkitus kuin itse lupiini. Voidaan suoraan tehdä se johtopäätös, että viherlannoitteena lupiini ei lisää maan happamuutta. Tämä on erittäin tärkeä seikka, kun lupiinia käytetään kalkin orgaanisena substituuttina kasveille, jotka eivät pidä kalkituksesta tai joille kalkki aiheuttaa kasvuhäiriöitä.

### 7.3. Juuret maan kuohkeuttajina

Lupiinin pitkä ja voimakas juuri kykenee muokkaamaan kovettunuttakin maata. FILIMONOVA (1962b) väittää tutkimuksiensa tulosten osoittavan, että monivuotisen (makea) lupiinin juuri kykenee muokkaamaan maata jopa 70-100 cm:n syvyydeltä (FILIMONOVA 1962b), kun taas yksivuotisen lupiinin juuri muokkaa maata 50 cm:n syvyyteen saakka (FILIMONOVA 1962a). Yksivuotisista lupiineista on BARBACKIN (1952) mukaan pisin juuri keltaisella lupiinilla. Toiseksi pisin juuri on sinilupiinilla ja lyhin valkolupiinilla. Monet tutkijat ovat tästä kuitenkin eri

mieltä. Professori SEIBE (1958) esimerkiksi on sitä mieltä, että sinilupiin juuri on pisin ja vasta sen jälkeen tulee keltainen lupiini.

Myös sivujuurien määrä on tärkeä puhuttaessa maan kuohkeuttamisesta. FILIMONOVAN (1962a) tekemässä tutkimuksessa kävi ilmi, että sivujuurien määrä oli Rannij 79-lajikkeen kypsymisaikana 190 kpl ja niiden keskimääräinen pituus 16 cm. Waiko 1 -lajikkeen sivujuurien määrä oli 371 kpl ja niiden keskimääräinen pituus 25 cm.

Juurien vaikutusta maan kuohkeuttamiseen kuvaa juurien kokonaistilavuus laskettuna kasviyksikköä kohti, sekä juurien pinta-ala yksikköä kohti. Nämä luvut näkyvät suoraan taulukosta no. 17 s. 101. Taulukon tiedot perustuvat FILIMONOVAN (1962a) tekemään mielenkiintoiseen tutkimukseen.

Taulukosta 17 on suoraan nähtävissä, että erot juurien muodostumisessa ovat hyvin erilaisia jopa samalla lupiinin lajilla. Sen perusteella FILIMONOVA (1962a) toteaa, että mm. sinilupiinin eri lajikkeiden juuriston kasvuerot ovat suuret.

Samassa tutkimuksessa FILIMONOVA kirjoittaa, että lupiinin juurien pinta-ala on selvästi suurempi kuin lehtien pinta-ala. Luku on erittäin korkea palkoasteella, jolloin Rannij 79-lajikkeen juurien pinta-ala oli 29.8 kertaa suurempi kuin lehden pinta-ala. Vastaava arvo oli WAIKO 1 -lajikkeella 68.9 (FILIMONOVA 1962a).

Tämä kuvaa, miten merkittävä vaikutus (kosketus) lupiinilla on maahan.

Juurien suuri määrä todistaa siitä, että lupiini muodostaa maahan reikiä, joiden tilavuus on sama kuin juurien tilavuus. Juurien kuoltua ne hajoavat maassa. Seuraavana vuonna viljelykasvi saa niistä ravintoa. Näin ollen reikien esiintyminen maassa on erittäin tärkeää. Niiden vai-



TALUKKO 17. Eri asteella olevien kasvien juuritilavuus ja pinta-ala (Lähde: FILLIMONOVA, L.M. (1962a)).

Tutkittava kohde	RANNI 79			SEVERN 3			WAIKO 1					
	Versout.	Kukk.	Palk.	Kyps.	Versout.	Kukk.	Palk.	Kyps.	Versout.	Kukk.	Palk.	Kyps.
JUURIEN TILAVUUS cm <sup>3</sup> /kasvi	7.68	15.3	18.8	8.0	6.35	16.1	14.2	10.9	11.0	30.31	58.7	31.8
JUURIEN KOKONAIS- PINTA-ALA m <sup>2</sup> /kasvi	0.567	1.8375	2.8375	1.47	0.3967	1.925	-	0.705	0.84	4.55	6.4055	4.77

kutus on sama, mutta ehkä merkityksellisempi kuin kastematojen tekemien reikien.

#### 7.4. "Lupiinikesanto"

"Lupiinikesannolla" tarkoitetaan kesantoa, jolla lupiinia kasvatetaan joko viherlannoitteeksi, siemeniksi tai viher-sadoksi. Lupiinikesanto on siis viljeltyä peltoa, jolloin maa "levähtää", ts. maan "väsymys" häviää. Toisin sanoen lupiinikesannolla voidaan saavuttaa kaikki kesannon tavoitteet, alentaa mahdollista raskaan tekniikan käyttöä pellolla (estää näin maan kovettuminen) ja tuottaa joko viher- tai siemensato.

Kesannoinnissa voidaan erityisesti hyödyntää lupiinin tyypin taloudellisuutta ja lupiinilannoitusta. Hyvin hoidetun lupiinin jälkeen maa on tyypin rikastama ja humuspitoisuus nousee. Tyypin sitoutuminen maahan on suhteellisen runsas, mikä puolestaan tasapainottaa kesannon typpitaloutta. Lupiini on myös muiden ravinteiden tasapainottaja (K ja P). Vihermassan potentiaalinen neutralointikyky olisi hyvin hyödyllinen kesannon jälkeen. Se mahdollistaisi kalsiumille ja karbonaatille herkkien kasvien, esim. perunan viljelyn.

Lupiinin kasvun alku on hidas. Kuitenkin 30 päivän kuluttua Lupinus angustifolius -lajin kasvu nopeutuu huomattavasti. Nimenomaan silloin on hyvä mahdollisuus käyttää lupiinia biologiseen, rikkaruohojen, erityisesti kesärikkakasvien torjuntaan. Kevättrikkakasveja vastaan lupiini itse tarvitsee suojaa.

## 8. LUPIININ MERKITYS VILJELYKIERROSSA

Lupiinin viljely vaikuttaa selvästi viljelykiertoon siten, että myöhemmin viljeltävien kasvien sato paranee vertailtaessa kiertoon, jossa ei ole viljelty lupiinia.

Lupiinin vaikutusta viljelykiertoon voidaan tarkastella kolmen pitkäaikaisen tutkimuksen pohjalta, jotka on tehnyt puolalainen NIKLEWSKI (1964). Ensimmäinen tutkimus suoritettiin Solaczissa Poznanin maakunnassa vuosina 1921-1939, toinen tutkimus Lesnicissä Koszalin maakunnassa vuosina 1956-1960 ja kolmas tutkimus vuosina 1958-1961 Lipkissa, Szczecinissä maakunnassa. Tutkimuksissa vertailtiin yksinkertaista viljelykiertoa (peruna-kaura-ruis) ja toisaalta neljäosaista viljelykiertoa (peruna-kaura-lupiini-ruis). Ensimmäinen ja toinen tutkimus osoittivat lupiinin vaikuttavan ruissadon kasvun lisääntymiseen 151-157 %:sti, kaurasadon lisääntymiseen 126-137 %:sti ja perunasadon kasvuun 111-115 %:sti verrattuna kontrollisatoon. Sadot saatiin vuorotellen viljelykierron mukaisesti: peruna-kaura-lupiini-ruis-peruna-kaura-lupiini jne. Muuta lannoitusta ei käytetty. Sen sijaan kolmannessa tutkimuksessa, jossa maan pH oli 3.8-4.0 (käytettiin KCl-menetelmää), lupiinin mukaan ottaminen viljelykiertoon ei vaikuttanut sadon määrään. Maan happamuus oli sen tasoista, että lupiini itti, mutta taimistuminen oli heikkoa.

Tutkimustulosten perusteella on väitetty, että sääolot ovat erittäin tärkeä tekijä, tarkasteltaessa lupiinin vaikutusta viljelykiertoon. Vuosittaisten tulosten vertailussa kävi ilmi, että jos kesällä oli kuivaa, saatiin parempi sato siinä viljelykierrossa, jossa ei viljelty lupiinia. Jos taas kesä oli liian märkä, sato oli parempi, kun viljelykierrossa oli mukana myös lupiini. Tällainen tulos saatiin poikkeuksetta kaikissa kolmessa tutkimuksessa. Lisäksi viimeisessä tutkimuksessa todettiin, että jos maan pH-arvo oli erittäin matala ja maan ravintotilanne huono, lupiini ei sopinut vuoroviljelyyn, mikäli käytettiin myös väkilannoitteita (NIKLEWSKI 1964).

Lupiinin viljely edellyttää sopivaa viljelykiertoa. BARBACKIn (1952) mukaan raskaalla maalla (Suomessa vastaavia maalajeja ovat savi- ja hiesumaat) lupiinia ei saa viljellä samassa paikassa usemmin kuin joka 4.-6. vuosi. Tämä rajoitus ei koske karkeaa maata. Saman lupiinilajin viljely toistuvasti samassa paikassa voi aiheuttaa tilanteen, jota kutsutaan maan lupinoitoosiksi (wyłubinienie). Tämä tarkoittaa sitä, että lupiinin sato alenee ja kasvu hidastuu, kun taas muiden kasvien satomäärä samassa paikassa nousee rajusti. Ilmiö muistuttaa allelopatiaa ja monokulttuuria, mutta kysymys ei liene samasta ilmiöstä. Ko. ilmiö on aina epäsäännöllinen ja esiintyy vain raskaalla maalla. Erittäin tärkeä on myös se, että lupinoitoosia ilmenee aina, kun kysymyksessä on lupiinin siemenviljely. Keveillä mailla taas ko. ilmiötä ei esiinny.

On olemassa ainakin kolme hypoteesia, joiden avulla lupinoitoosia on pyritty määrittelemään: 1) syvällä maassa ravinteet ovat loppuneet, eikä juuri saa niitä; 2) maassa kehittyy nopeasti loissieniä ja tuholaisia sekä mahdollisesti muita mikro-organismeja, jotka estävät lupiinin normaalin kehityksen; 3) juuret vaikuttavat kemiallisesti maahan ja tämän vuoksi maa muuttuu epäedulliseksi nimenomaan lupiinin uusille juurille (BARBACKI 1952). Maan lupinoitoosi on epäsäännöllinen ilmiö, mikä vaikeuttaa sen tutkimista. On riittävästi todisteita, että kaikki em. hypoteesit ovat hylättävissä, mutta toisaalta tiede ei ole vielä löytänyt parempaa selitystä ko. ilmiölle. Maan lupinoitoosi vaatii todennäköisesti erillisen selvityksen. Suomessa ei ole tutkittu tapahtuuko lupinoitoosia myös täällä. Kaikki em. tiedot koskevat Keski-Eurooppaa. Tärkeää on, että lupinoitoosia ei esiinny lupiinin vihantaviljelyssä. "Lupiini voi olla vaikka huonopisaton", kirjoittaa BARBACKI (1952), "mutta sen olemassaolo viljelykierrossa takaa sen, että viljelyn lopputulos on positiivinen".

## 9. LUPIININ VILJELYTEKNIikka

Viljelytekniikalla tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, jotka suoritetaan käytännössä lupiinia viljeltäessä. Viljelytekniikan käyttö aina riippuu viljelykasvista, viljelypaikasta, viljelyoloista, maan viljelykulttuurista, maan maatalouden koulutuksen tasosta ja maataloustieteiden kehityksestä, koneistamisesta ja sadon määrästä sekä tarkoituksesta. Saman viljelykasvin viljelytekniikka voi vaihdella eri mailla hyvin paljon.

Erittäin tärkeää viljelytekniikassa on korostaa sitä, että vain konkreettiset olot, tavoitteet sekä ihmiset ratkaisevat viljelytekniikan. Tässä yhteydessä sen korostaminen, että kaikki lupiinin viljelytekniikkaa koskevat tiedot ovat Keski-Euroopasta, tuntuu paradoksaaliselta. Valitettavasti Suomessa lupiinin viljelytekniikkaa ei ole tutkittu. Jonkin verran tietoja saa VALLEN (1941) ja PITKÄSEN (ANON.) kirjoituksista, mutta ne tiedot ovat myös "keski-eurooppalaisia". Myös tähän tutkielmaan sisältyy paljon sellaista materiaalia, jota ei ole tutkittu Suomessa.

### 9.1. Kylvö

Ennen kylvön suorittamista lajikkeen oikea valinta on tärkeää. Tästä riippuu koko viljelyn onnistuminen. Valinnassa on otettava huomioon seuraavia tekijöitä: tulevan sadon tarkoitus, laajuus, maiden laatu jne. On muistettava, että lupiinin viljelyyn on käytettävä mahdollisimman hyvää, aikaista ja tuottavinta lajiketta.

#### 9.1.1. Siementen peittäminen

Lupiinin viljelyssä on edelleen epäselvää kylvösiementen peittäminen. Tämä viljelytekniinen toimenpide on sikäli merkittävä, että siemenissä voi esiintyä sienitauteja. Periaatteessa voidaan kuitenkin soveltaa kaikkia niitä aineita, joita käytetään herneen peittämisessä. Peittäminen

voidaan myös välttää kokonaan. Peittausta käytetään Macrosporium sarninaeforme -sieniä vastaan Lupinus angustifolius -lajin viljelyssä, Botritis cinerea -sieniä vastaan Lupinus albus -lajin viljelyssä jne. (SWIĘCICKI & SWIĘCICKI 1981).

### 9.1.2. Jarovisointi

Jarosivoinnilla tarkoitetaan toimenpidettä, jonka avulla siementen elinvoiman siirtyminen kasvin kasvun hyväksi on nopeampaa kuin ilman sitä. Samalla jarovisoinnin vaikutuksesta myös kasvuaika (vegetatiivinen aika) lyhenee.

Jarovisointitekniikka keksittiin Neuvostoliitossa, Pohjoisessa vilja- ja palkokasvien tuotannon tieteellisessä tutkimuslaitoksessa. Jarovisointia ovat laajalti tutkineet mm. SAPOZNIKOVA (1937, 1938, 1939, 1940), BOZENOVA (1936), AKSELROD (1937, 1939), KRASULINA (1937), OLEJNIKOVA ja TITOV (1954), LYSENKO (1935). Jarovisointia on tutkinut myös mm. BARBACKI (1952, 1959), joka korosti luonnonmukaisen jarovisoinnin merkitystä. Sen merkitystä valkolupiiinin viljelyssä korostavat mm. KUZJURA ja KUZJURA (1984).

Jarovisoinnin käytännön toteuttaminen poikkeaa jonkin verran eri tutkimuksissa. Seuraavaksi esitetään virallinen Neuvostoliiton Pohjoisen vilja- ja palkokasvien tuotannon tieteellisen tutkimuslaitoksen ohjeiden mukainen jarovisoinnin suorittamistapa (ohjeet annetaan BARBACKIn 1952 mukaisesti).

1/ Jarovointiin käytetään vain täysin k y p s y n e i t ä s i e m e n i ä. Jos siemen ei ole täysin kypsytynyt, se voi mädäntyä jarovoinnin aikana.

2/ Siementen joukkoon lisätään kosteutta (90 l vettä/ 100 kg siemeniä). Vesi ruiskutetaan hitaasti, sekoittaen siemenmassaa. Ruiskutuksen määrän pitäisi joka kerta olla noin 1/15 osa koko veden määrästä. Sen jälkeen pidetään pieni tauko ja taas sekoitetaan.

Sekoittaminen (1/15 osa vettä/100 kg siemeniä) tulisi viedä läpi tunnissa, kuitenkin niin, ettei vettä jää pohjalle. Kun siemenet ovat imeneet koko vesimäärän, vettä lisätään 1/15 osa. Koko veden sekoitusprosessin tulisi kestää 15 tuntia.

- 3/ Kun kaikki vesi (90 l/100 kg) on käytetty, siemenet pannaan suurempaan kasaan. Lämpötilan ollessa 10°C siemenet itävät 1-2 päivän kuluttua. Kun 10-15 % siemenistä on itänyt, on varmaa, että kaikki siemenet ovat entsyymien vaikutuksen alaisia. Jos siemenet eivät idä kahden päivän kuluttua, se osoittaa, että vettä on annettu liian vähän. Lisäystä pitäisi tehdä n. 2-3 l/100 kg.
- 4/ Jarovisointi pitää suorittaa +5°C:n lämpötilassa 18 päivän aikana. Jos siemenkasan lämpötila ylittää +5°C, jarovisoinnin aikaa täytyy lyhentää lineaarisesti. Jarovisoinnin aikanaon vältettävä pakkasia ja hal-  
laa.
- 5/ Kun siemenet alkavat homehtua, suoritetaan 0.5 %:sen formaliinin ruiskutus joka 3. päivä.
- 6/ Jarovisoinnin jälkeen siementen kylvö suoritetaan kylvökoneella."X,

Jarovisointi on melko vaikea viljelytoimenpide. Tämän ovat osoittaneet SAPOZNIKOVAN (1935, 1937, 1938, 1939) suorittamat tutkimukset, joiden perusteella hän väittää, ettei jarovisointi ole mitään muuta, kuin entsyymien toiminnan nopeuttamisprosessi. Seuraavassa esitetään SAPOZNIKOVAN koetta. Siinä mitattiin entsyymien aktiiviteettia ja hengitystä lupiin siemenissä (taulukko 18 sivulla 108).

- 
- X/ SAPOZNIKOVA (1935) katsoo, että jarovisoinnin pitäisi tapahtua +6°C:n lämpötilassa. Novozubkovin maatalous-  
asemalla jarovisointia suoritettiin kuitenkin menestyk-  
sellisesti 0°C:n lämpötilassa 30 päivän ajan (ref.  
MAJSURJAN 1962c). Itse MAJSURJAN (1962c) on sitä mieltä,  
että jarovisointikosteus pitäisi olla 90-95 %, lämpö-  
tila 4-5°C ja jarovisoinnin aika 16-18 päivää. Sen  
jälkeen siementen on kuivuttava. Jarovisoinnin aikana  
ei voi - MAJSURJANin mukaan - tapahtua orastumista.

Taulukko 18.  
 ENTSYMIEN AKTIIVITEETTI JA HENGITYS LUPININ SIEMENISSÄ. (Lähde: BARBACKI 1952)

Päivämäärä	Siemenet	Sokerien määrä mg/1 g ka			Aminotyypen määrä			Aktiiviteetti		
		mitattu suor.	mitattu 24 tj.	Ero: galak- tanaasin akti- viteetti	mitattu suor.	mitattu 24 tj.	Ero: proteaa- sin aktivi- teetti	Katalaasi	Peroksyklaasi	Hengitysenener- gia
<u>I KOE (lämpötila 6-7°C, kosteus 95 %, järovisoinnin kesto 12 päivää)</u>										
07.5.	Kuivat siemenet	0	3.9	3.9	-	-	-	-	-	0.70
10.5.	Kosteet siemenet	13.6	20.0	6.4	3.9	5.0	1.1	2.45	1.75	0.42
13.5.	Jarovis. siemenet	13.5	20.0	6.5	2.8	18.3	15.5	3.45	1.38	1.22
16.5.	"	14.5	27.0	12.5	4.0	19.9	15.9	3.86	5.29	2.25
19.5.	"	16.0	63.0	47.0	2.8	19.3	16.5	6.25	8.67	2.25
	"	25.7	96.2	70.5	4.4	25.0	20.6	8.95	9.13	1.74
<u>II KOE (lämpötila 4-5°C, kosteus 85 %, järovisoinnin kesto 19 päivää)</u>										
29.5.	Kuivat siemenet	0	3.9	3.9	-	-	-	-	-	0.70
01.6.	Kosteet siemenet	13.6	20.1	6.5	3.9	14.7	10.8	-	1.03	0.34
04.6.	Jarovis. siemenet	13.1	19.0	5.9	3.8	16.7	12.9	-	0.39	2.05
07.6.	"	13.0	32.4	19.4	3.5	19.1	15.6	-	0.62	1.11
10.6.	"	10.0	32.4	22.4	2.6	12.1	9.5	3.42	0.47	0.73
13.06	"	8.2	60.1	51.9	2.9	15.4	12.5	4.12	0.40	0.10
	"	9.6	23.9	14.3	2.5	14.6	12.1	0.98	0.41	0.13



SAPOZNIKOVAN kokeista kävi ilmi, että pienet erot jarovisoinnissa vaikuttavat siementen fysiologisiin prosesseihin. Toisaalta on selvästi nähtävissä, kuinka merkittävä vaikutus jarovisoinnilla on siementen elinvoimaan. Se antaa oikean kuvan siitä, mitä jarovisointi oikein on. Jarovisointia voidaan suorittaa myös pellolla. Luonnon mukaisesti jarovisointi tapahtuu silloin, kun lupiini kylvetään varhaiskevällä, lämpötilan ollessa alhainen. Luonnonmukainen jarovisointi on helpoin.

Toisaalta MIKOŁAJCZYK ja WRÓBLEWSKA (ANON.) väittävät, että termoneutraaliset lajikkeet, joita on suhteellisen vähän (vuonna 1984 4 kpl + 2 linjaa), eivät tarvitse jarovisointia. Heidän mukaansa tämä ilmiö on mahdollista vain sen takia, että ko. lajikkeissa esiintyy geeniä, joka varmistaa sen, etteivät itämisvaiheen korkeat lämpötilat häiritse generatiivista kehitystä.

### 9.1.3. Siementen ympäisyys

Lupiinin siementen ympäisyys voidaan suorittaa monella tavalla. SWIECICKI ja SWIECICKI (1981) ovat sitä mieltä, että ympäystä ei tarvita, kun lupiinia viljellään normaalissa viljelykierrossa. Jos kuitenkin lupiinia ei ole viljelty pellolla yli 10 vuoteen, täytyy ympäisyys suorittaa. Ko. tutkijat eivät selvittä syytä, miksi heidän mielestään nimenomaan 10 vuotta on kriittinen raja. Yleisesti tiedetään, että Rhizobium pysyy maassa elämiskelpoisena yli 10 vuotta.

Paras ja varmin tapa on käyttää bakteerivalmisteita. Silloin siementen ympäisyys voidaan suorittaa ruiskuttamalla tai sekoittamalla ensin hiekkaan. Ympäisyys on tehtävä aina hämärässä, jotta vältettäisiin suora auringon vaikutus. Teollisesti valmistetut bakteerit ovat hyvin usein tehokkaampia kuin itsestään maassa olevat.

Ymppäystä voidaan suorittaa myös ottamalla maata siitä kohdasta, jossa lupiini kasvoi ja sekoittamalla se siementen joukkoon. Toinen tapa on kuivattaa lupiinin juuret ja jauhottaa ne sekä sekoittaa siemeniin. Lisäksi ymppeäys on mahdollista tehdä siten, että juuret otetaan pellolta ja pannaan kompostoitumaan. Keväällä komposti laimennetaan vedellä ja siemenet ruiskutetaan ymppeäystä varten.

#### 9.1.4. Kylvöaika

Siementuotantoon tarkoitettu lupiini kylvetään aina mahdollisimman aikaisin eli jo varhaiskevällä, kun lämpötila ei enää estä kasvua. Varhaiskylvö mahdollistaa luonnonmukaisen jarovisoinnin suorittamisen. Tämän luonnonmukaisen jarovisoinnin "keksijä" prof. BARBACKI (1952) piti varhaiskylvön positiivisina vaikutuksina seuraavia tekijöitä:

- kuivuus ei vaikuta varhain kylvettyyn lupiiniin, koska kasvi on jo muodostanut pitkän juuren
- alhaiset lämpötilat ja kosteus jarovisoivat lupiinia.

Vihermassaksi tarkoitettu lupiini täytyy kylvää eri tavalla. Kylvö on tehtävä silloin, kun kasvukauden lämpötila on stabiili. Samoin on varmistettava, että sinä aikana, mikä kuluu itämisestä taimentumiseen, ei esiinny kuivuutta.

#### 9.1.5. Kylvömäärä

Lupiinin kylvömäärä on erittäin tärkeä, koska sekä harva orastuminen että liian tiheä kasvusto vaikuttavat alentavasti satoon ja hankaloittavat korjuuta. Vielä ei tiedetä sopivaa kylvömäärää. Tutkijat ovat asiaa pohtineet, mutta toistaiseksi ei ole yksimielisyyttä siitä, mikä on optimaalinen biologisesti ja taloudellisesti katsoen sopiva kylvömäärä. NELKEN ja PAPROCKI (PAINOSSA) toteavat, että optimaalinen kylvömäärä on Barbackin mukaan

60-70 tainta, Mikołajczykkin mukaan 80, Jaranowskin mukaan 70-100 ja Paprockin mukaan 100 tainta /m<sup>2</sup>. Em. Varsovan maatalousyliopiston tutkijat ovat saaneet tulokset, joiden mukaan kylvömäärät, joita he ovat käyttäneet, eivät ole vaikuttaneet lajikkeiden satoon. NELKEN ja PAPROCKI (PAI-NOSSA) käyttivät tutkimuksessa kylvömääränä 75, 100 ja 125 itävyyskykyistä siementä. Kun kylvömäärä nousee, kasvaa myös orastuminen, mutta siementen määrä kasvia kohti alenee samoin kuin niiden paino. Yleisen kuvan lupiinin kylvömäärästä antaa seuraava taulukko 19.

Taulukko 19. LUPIININ KYLVÖMÄÄRÄ BARBACKIN (1952) MUKAAN

Laji	Viljely	
	Siemeniksi Kylvömäärä kg/ha	Vihermassaksi (1000 sp riippuen)
<u>Lupinus albus</u>	220 - 250	240 - 300
<u>L. angustifolius</u>	130 - 160	160 - 200
<u>L. luteus</u>	120 - 150	150 - 180

Kylvömäärän lisäksi riviväli ja kylvötapa ovat keskeisiä tekijöitä lupiinia viljeltäessä. Kylvö voidaan suorittaa monella tavalla. Mainittakoon rivikylvö, ryhmäkylvö, ristikylvö ja hajakylvö. Rivikylvö on nykytekniikan ansiosta ehkä paras ja yksinkertaisin tapa. Ryhmäkylvö perustuu lupiinin luonnonmukaiseen kasvutapaan. Kylvö tapahtuu siten, että rivistä muodostetaan ryhmät ja väli. Suositeltavin on ryhmä, jossa on 5 siementä, väli n. 50 cm ja riviväli 25-30 cm (MAJSURJAN 1962).

Ristikylvössä on rivin väli ja yksilöiden väli sama. Ristikylvö voi olla joko rivi- tai ryhmäkylvö. Hajakylvö perustuu siementen hajontaan huolimatta siitä, kuinka suuri on väli.

Riviväli on lupiinin viljelyssä tärkeä seikka. Siitä on olemassa erilaisia suosituksia. BECKER (1929) suo-

sitteli seuraavan suuruisia rivivälejä:

Lupinus luteus 20-30 cm siemenviljelyssä ja 15-20 cm vihantaviljelyssä

Lupinus angustifolius -viljelyssä samat rivit kuin L.luteuksella

Lupinus albuksella on 25-30 cm:n riviväli siemenviljelyssä ja 20-25 cm:n vihantaviljelyssä

Lupinus polyphyllus 30-40 cm siemen- ja vihantaviljelyssä.

SWIĘCICKI ja SWIĘCICKI (1981) suosittelevat riviväliksi 25 ja 15 cm sen mukaisesti, miten rikkaruohot poistetaan. PAPROCKI (1974) suosittelee siemenviljelyssä riviväliksi 25 cm. Nykytekniikalla voidaan helposti suorittaa kylvö, jossa riviväli on 10 cm. Tähän on vihantaviljelyssä omat perustelunsa. Sama riviväli tulee kysymykseen myös seosviljelyssä.

Kaikki siemenet tulee kylvää maahan samaan syvyyteen.

Kylvösyvyydestä tutkijat eivät ole yksimielisiä. BARBACKI (1952) ehdotti kylvösyvyydeksi 2 cm viljeltäessä

Lupinus angustifoliusta ja 3 cm Lupinus albuksen viljelyssä. Poikkeuksen tästä BARBACKI salli vain silloin, kun kysymyksessä on kuiva hiekkamaa. PAPROCKI (1974)

piti parhaana kylvösyvyytenä n. 3 cm. SWIĘCICKI ja SWIĘCICKI (1981) suosittelivat 4-5 cm:n kylvösyvyyttä.

HAUŠKA (1974) puolestaan 3-5 cm. Jotkut tutkijat suosittelevat kylvösyvyydeksi 4-6 cm. Mm. doc. dr hab.

J. MIKOKAJCZYK mainitsi tämän syvyyden keskustellessaan kanssani Puolaan tekemäni opintomatkan yhteydessä. Toisaalta on vaara, että liian syvälle kylvetty lupiini ei taimistu. Raja kulkee n. 10 cm:n tienoilla.

#### 9.1.6. Seoskylvö

Seosviljelyn hyöty on MAJSURJANin (1962c) ja BARBACKIn (1952) mukaan siinä, että se nopeuttaa lupiinin kypsymistä, nostaa lupiinin siementen lisäyskerrointa

ja lupiini tukée muita kasveja. PAPROCKI ja ZIELIŃSKI (1966) huomauttavat, että viljalupiiniseos tuottaa enemmän juuri- ja sänkijätteitä, kuin viljat ja lupiinit erikseen viljeltyinä ja niiden tulos yhteenlaskettuna. Ottaen huomioon viljelykierron ja humuksen tämä on hyvin merkittävä ominaisuus.

SWIĘCICKI ja SWIĘCICKI (1981) suosittelevat BURCZYKIN (1958) tutkimusten pohjalta seosta, jossa on 60 kg keltalupiinia ja 70 kg kauraa pyrittäessä saamaan siemenviljaa ja 110 kg lupiinia ja 30 kg kauraa/ha kohti, kun halutaan tuottaa suurempi määrä lupiinin siementä.

MAJSURJAN (1962c) kirjoittaa länsisaksalaisten Hackbarthin ja Husfeldtin käyttäneen seosta, jossa on 120-130 kg sinilupiinia, 15 kg kauraa ja 20 kg ohraa ha:a kohti. Itse MAJSURJAN (1962c) suosittelee kaura-lupiiniseosta, jossa on kylvövaiheessa 160 kg kauraa ja 45 kg lupiinia. PAPROCKI ja ZIELIŃSKI (1966) ovat käyttäneet tutkimuksessaan esim. seosta, jossa oli 140 kg lupiinia ja 30 kg/ha kevätruista sekä 140 kg lupiinia ja 30 kg kauraa.

Seosviljelyssä hyvin ratkaiseva tekijä on seoksien lajikkeiden sopivuus. Fysiologisen vaiheen tulisi olla samankaltainen, esim. kypsyamisajan.

## 9.2. Lannoitus

Lupiini ei vaadi paljon ravinteita. Paitsi kaliumia ja fosforia se ei tarvitse muuta lannoitusta edes köyhässä maassa. Varsinkaan typpilannoitus ei ole suositeltavaa (BARBACKI 1952, SWIĘCICKI & SWIĘCICKI 1981).

MIKOŁAJCZYK ja WRÓBLEWSKA (ANON.) kirjoittavat, että lupiini tarvitsee fosfori- ja kaliumlannoitusta ja kaikenlainen typpilannoitus on haitallista.

BARBACKIn (1952) mukaan köyhillä, kevyillä mailla paras lannoite on kaliumsuola ja superfosfaatti. Hän suosittelee hehtaaria kohti 60 kg puhdasta kaliumia ja 32 kg puhdasta fosforia. SWIĘCICKI ja SWIĘCICKI (1981) suosittelevat lannoitusta, jossa on vähintään 54 kg  $P_2O_5$ :ta/ha. On mielenkiintoista, että jo KETTE (1891) neuvoi panemaan maahan 300 kg/ha karjanlantaa ja 100 kg/ha superfosfaattia. ASAROV (1962a) taas katsoo optimaaliseksi 120  $K_2O$ :ta ja 200 kg  $P_2O_5$ :ta hehtaaria kohti. Hän pitää ratkaisevana kaliumlannoitusta. MIKOŁAJCZYK (1974b) mainitsee seuraavat lannoitteet: 50-100 kg  $P_2O_5$ :ta ja 100-150 kg  $K_2O$ :ta. GLADSTONES (1970) huomauttaa, että lupiinilla on kyky ottaa happamasta maasta tarvitsemansa määrä K:a ja P:a.

Neuvostoliittolaisen akateemikko MAJSURJANin (1962c) mukaan kalium- ja fosforilannoitus vaikuttavat myös lupiinin kasvu-aikaan. Sen osuus kasvuajan lyhenemisestä arvioidaan olevan (Lupinus angustifolius) 6-8 päivää. Kasvu-aikaan vaikuttaa myös boorilannoitus. Boorilehtilannoitusta suositellaan tehtävän kahdesti kasvu-aikana: ensin ennen kukintaa ja sitten heti pääverson palkojen muodostumisen jälkeen (vähintään 2 kg booriatia/ha kerrallaan). Tuleentumisen kannalta katsoen boorilannoitus on välttämätön, jos sitä ei ole maassa riittävästi (MAJSURJAN 1962c).

Muista alkuaineista erittäin tärkeä on Ca-tasapaino. Lupiini tarvitsee kalsiumia vain ylläpitoon. Runsasta kalkitusta ei suositella. GLADSTONES (1970) huomauttaa, että erittäin arka on Lupinus luteus. Neutraalinen maa (pH 6.5-7.0) voi aiheuttaa sille kloroosia. Suositeltavaa on käyttää rikkiä, jos sitä ei ole maassa runsaasti. Suomalaisista lannoitteista happamassa maassa voidaan käyttää Suometsien PK:ta menestyksellisesti. Tämän osoittavat Keski-Suomen tutkimusasemalla v. 1983 suoritetut alustavat kokeet.

### 9.3. Rikkaruohontorjunta

Lupiinin alkukasvu on aina melko hidasta. Tämä aiheuttaa omat hankaluutensa. Nopeasti kasvavat rikkakasvit varjostavat lupiinia ja sen kasvu hidastuu. Tällä voi olla vaikutusta jopa alkaloidipitoisuuteen. Rikkaruohon torjunta on erittäin tärkeää nimenomaan kasvun alettua ja 30 päivää orastumisesta. Aikaisemmin suositeltiin isoa riviväliä, jonka avulla voitaisiin mekaanisesti torjua rikkakasveja, mutta se on hankalaa. PAPROCKI (1974) suosittelee ohutta äestämistä. Samanlaisia neuvoja antavat myös SWIĘCICKI ja SWIĘCICKI (1981) ja MIKOŁAJCZYK ja WRÓBLEWSKA (ANON.).

Nykyään on mahdollista käyttää myös rikkaruohontorjunta-aineita, mutta alan tutkijoiden mukaan ei edelleenkään ole täyttä varmuutta niiden käytöstä. Erityisesti tätä seikkaa korosti prof. dr hab. STEFAN PAPROCKI Varsovan Maatalousyliopistosta opintomatkan aikana. Torjunta-aineiden käytöstä viljeltäessä lupiinia ei ole niin täyttä varmuutta kuin herneen viljelyssä. Torjunta-aineiden käyttö edellyttää tiettyä varovaisuutta. GABINSKA (1974), joka on tutkinut torjunta-aineiden käyttöä juuri lupiinin viljelyssä, suosittelee pantavan maahan Simatsiinia (1-1.5 kg/ha) kylvön jälkeen. Hän korostaa, että lupiinin kylvösyvyys on oltava 5 cm ja simatsiinia ruiskutetaan vain maan pinnalle. Muista torjunta-aineista GABINSKA pitää mahdollisena käyttää Afalonia (1.25-1.5 kg/ha), Aresinia (1.5 kg/ha) ja Aresin combia (4 kg/ha). Valitettavasti GABINSKAN (1974) mielenkiintoisesta tutkimuksesta puuttuvat valmistetehtäimien nimet. Poznanin Kasvinviljelyn Jalostuksen ja Aklimatisaation Tuotantolaitoksen Asemalla Wiatrowossa käytetään erittäin menestyksellisesti Bladexia (2 kg/ha ennen kylvöä) ja Fusiladea (2.5 kg/ha) seoksena (Lupinus angustifolius-viljelyssä) sekä Goltixia (5 kg/ha) (ANISZEWSKI 1984b).

Kun lupiini on kasvanut suuremmaksi, ei tarvita rikkaruohontorjuntaa, koska se itse pystyy varjostamaan rikkaruohoja. Tästä syystä pieni riviväli on suositeltava. Silloin lupiini varjostaa maan pintaa niin, että voidaan puhua jopa biologisesta rikkakasvien torjunnasta.

#### 9.4. Defoliaatio

Defoliaatio perustuu siihen, että kemiallisesti kuivattamalla hävitetään kasvin vegetatiiviset osat ja kasvin kypsymistä nopeutetaan. MACKIEWICZ ja BALCEREK (1964) käyttivät defoliaatiota Lupinus luteuksen viljelyssä ja saivat erittäin hyviä tuloksia. Poikkeuksellisissa oloissa (myöhäinen kevät, kylmä ja erittäin sateinen kesä) he saivat defoliaation avulla 80 % täyskypsää siementä, samalla kun ilman defoliaatiota saatiin vain 30 % täyskypsää siementä (MACKIEWICZ ja BALCEREK 1964). BYSZEWSKI ja SZKLARSKAN (1969) saamat tulokset osoittavat, että defolianttien ja inhibiittorien käyttö paitsi lyhentää kasvuaikaa myös vaikuttaa siemensadon lisääntymiseen. Renglonevalmiste on hyvä lupiinin defoliantti. Myös fosforihapon tai merisuolan käyttö on tässä yhteydessä mahdollista.

#### 9.5. Sadonkorjuu

Lupiinin sadonkorjuutekniikka riippuu ensisijaisesti sadon tarkoituksesta. Jos kysymyksessä on lupiinin viljely, sadonkorjuu voidaan suorittaa kahdella eri tavalla. Puinti leikkuupuimurilla voidaan suorittaa samalla tavalla kuin herneiden puinti. MIKOVAJCZYK ja WRÓBLEWSKA (ANON.) huomauttavat, että leikkuupuimurilla korjataan vain silloin, kun lupiini on teknologisella kypsytysasteella (siinä on ruskea palko). Sen jälkeen kuivataan siemenet 10 %:iin. Toinen tapa korjata on se, että ensin kaadetaan lupiini ja kuivataan se, jonka jälkeen puinti suoritetaan puimurilla. Jälkimmäistä metodia ovat ehdottaneet MIKOVAJCZYK ja WRÓBLEWSKA (ANON.) ja heidän mielestään tämä mahdollistaa myös koko olkisadon saannin ja siemen kuivaa nopeammin. Lupiinin kaata-



minen suoritetaan silloin fysiologisen tuleentumisen varhaisella (vielä vihreä palko) asteella.

Vihantaviljelyssä korjuumenetelmät voivat vaihdella riippuen siitä, mikä on sadon tarkoitus. Säilörehu korjataan kukinnan aikana, mutta vain, kun sivuversot ovat jo kasvanneet. Samaan aikaan korjataan myös heinäksi tarkoitettu sato. Se kuivataan kuivurilla tai seipäillä. Tällöin homehtumista on vältettävä.

Viherlannoitteeksi tarkoitettu sato korjataan mahdollisimman myöhään syksyllä. Vihermassa joko silputaan ja sen jälkeen kynnetään tai syyskylvö suoritetaan suoraan. Jollei lupiini mene hyvin maahan, sillä ei ole vaikutusta, koska kasvi sulaa nopeasti. Keväällä on tehtävä vain muokkaus. Jos taas jostain syystä lupiini kynnetään maahan vasta keväällä, on se ensin leikattava ja vasta sen jälkeen se kynnetään. Jos suoritetaan vain muokkaus (esim. hiekkamailla) on lupiini keväällä silputtava.

#### 9.6. Aitouden ylläpitäminen

Viljelyä koskevat samat ohjeet kuin muitakin kasveja, ts. samassa paikassa viljellään vain samaa lajiketta ja sopivalla etäisyydellä muista lajikkeista (kylvösiemenen tuotannossa). On otettava aina huomioon se, että lupiini on ristisiittoisen herkkä. Tämä voi aiheuttaa epäpuhtauksia (esim. alkaloidien pitoisuus eri siemenillä), jollei risteytystä ehkäistä. Sen vuoksi lupiinia viljellään aina siinä viljelykierrossa (4.-6. vuosi), jonka suhteen on melko varmaa, ettei pellolla kasva eri lajike (kovasiemeniset tapaukset). Aina on myös tarkistettava kylvösiementen ja sadon alkaloidipitoisuus sekä vertailtava tuloksia keskenään.

## PÄÄTELMÄT

Lupiini on yksi maapallomme vanhimmistaviljelykasveista. Korkea valkuais- ja samalla rasvapitoisuus, ravintoarvo sekä hyvä sato vaikuttavat siihen, että ihminen jo kauan sitten alkoi viljellä nimenomaan lupiinia. Sen vuoksi kasvilla on laaja ja monipuolinen käyttö. Se sopeutuu helposti vaatimattomiin pelto- ja ympäristöoloihin: Meidän aikamme viljelijät ovat laajentaneet sen viljelyaluetta käsittämään koko Euroopan, Aasian, Amerikan ja Australian. Vaikka nykyään lupiinin viljelypinta-ala pienenee, sen viljelyhyöty ja viljelynäkymät paranevat. Korkea energian hyötysuhde ja suuri auringon energian sitomiskyky sekä typen sitomiskyky takaavat sen, että tämä kasvi nousee suosituksi aina silloin, kun ihmisen taloudellis-tekniinen energian omavaraisuus on kyseenalainen tai joutuu kriisiin. Myös nälkäaikoina on ihminen usein turvautunut unohdetun lupiinin viljelyyn. Tällaisia tapauksia on ollut usein sen n. 3000 vuoden aikana, jolloin lupiinia on viljelty.

Lupiinin pitkä viljelyhistoria on vaikuttanut siihen, että sen jalostustyö on erittäin pitkälle edistynyt. Nykyään viljeltävät lajikkeet ovat hyvin monilukuisia. Ne antavat ihmisille enemmän hyötyä kuin milloinkaan aikaisemmin viljelyhistorian aikana. Tällä hetkellä lähinnä risteytyksen kautta ja geeninsiirtoteknologialla on saatu paljon myönteistä aikaan lupiinin jalostuksessa. Kaikki jalostustavoitteet, ts. satoisuus, laatu, resistenssi, aikaisuus ja sopivuus nykytekniikkaan ovat edelleen lupiinin jalostustavoitteina.

Lupiinin suosio viljelykasvina on perustunut muutamiin lajeihin. Kaikista 451 lajista peltoviljelyyn on otettu 5 lajia, joista kolme eurooppalaisesta geenikeskuksesta (Lupinus angustifolius L., Lupinus luteus L. ja Lupinus albus L.) ja kaksi amerikkalaisesta geenikeskuksesta

(Lupinus polyphyllus L. ja Lupinus mutabilis Sweet). Jällostukseen on otettu mukaan muita villilajeja. Lupinus mutabilis -lajin otto mukaan viljelyyn ja sen käyttö valkuaistuotantoon on tästä hyvä esimerkki. NykYTEknologia takaa sen, että korkea alkaloidipitoisuus ei ole enää ratkaiseva haitta. Lupinus mutabiliksella, jonka tuottama valkuainen on määrällisesti ja laadullisesti parempi kuin soijan, on samalla erittäin korkea alkaloidipitoisuus. Tästä huolimatta se pystyy tuottamaan erittäin arvokkaita valkuaiskonsentraatteja ja öljyä. Lupaavia lajeita on myös muiden lupiinilajien joukossa.

Viljelykasvin perusvaatimus on se, että sen kemiallinen koostumus tyydyttää ihmistä. Lupiini on tässä suhteessa hyvässä asemassa, vaikkakin suurten valkuais- ja rasvamäärien lisäksi siinä on myös yhdisteitä, joita ihminen ei tarvitse (alkaloidit). Myös sokerien niukkuutta voidaan pitää lupiinin huonona puolena.

Lupiini kilpailee valkuaistuotannossa hyvin muiden viljapalkokasvien kanssa. Monien tutkimusten perusteella voidaan todeta, että lupiinin siementen raakavalkuaispitoisuus voi olla 20-72 % ja lupiinin siemensadossa saattaa siten olla raakavalkuaista jopa 1500 ka/ha. Tähän eivät pysty Glycine max., Pisum arvense, eikä Vicia faba. Hyvä valkuaissato tulee varmistamaan Lupinus ssp. aseman viljelykasvina. Korkea lysiinipitoisuus (Lupinus angustifoliusta lukuunottamatta muut viljellyt lupiinit ovat lysiinipitoisuudessa FAO:n standardin yläpuolella) korvaa metioniinin suhteellista niukkuutta. Myös kystiinia on suhteellisen paljon. Toisaalta metioniinin niukkuus varmistaa sen, että lupiini sopii hyvin viljan kanssa rehuksi. Viljassa ei ole tarpeeksi lysiiniä, mutta sen metioniini- ja kystiinipitoisuus on hyvä.

Aminohappojen suhteen Lupinus mutabilis, Lupinus albus ja Lupinus luteus ovat soijan kanssa tasaväkisiä, kun taas

Lupinus angustifolius jää heikommaksi. Rasvojen suhteen vain Lupinus mutabilis on parempi kuin soija.

Lupiinin huonona puolena pidetään yleensä sen alkaloidipitoisuutta. Lupiinissa on eräiden tutkimusten mukaan jopa 27 eri alkaloidia. Kitkerät lajikkeet ovat yleensä alkaloidipitoisia. Sen sijaan makeat lajikkeet ovat alkaloidittomia, tai niiden alkaloidipitoisuus on niin alhainen, että sillä ei ole merkitystä. Toisaalta ei ole perusteltua pitää lupiinia pelkästään alkaloidien takia muita palkokasveja huonompana.

Viimeisimpien tutkimusten mukaan Lupinus albus ja Lupinus angustifolius ovat täysin vapaita trypsiini-inhibiittoreista. Muissa viljelylupiineissa niitä on niukasti (alle 0.5 mg/g). Eniten trypsiini-inhibiittoreita on Glycine max.: ssa (26.2 mg/g), Pisum sativumissa (2-3.5 mg/g), Vicia fabassa (2.7 mg/g). Trypsiini-inhibiittorit on mahdollista poistaa lämpökäsittelyllä.

Lupiini on vaatimaton viljelykasvi. Se ei tarvitse kovin paljon lämpöä valkuaistuotantoonsa (tutkimusten mukaan kasvukauden lämpötilasumma ei kuitenkaan voi olla alle 1427°C). Monien tutkimusten mukaan lupiinin kasvuun kylvöstä korjuuseen tarvitaan 100-150 päivää. Kasvuaikaa voidaan lyhentää viljelyteknisin toimenpitein. Lisäksi on olemassa erittäin varhaisia lajikkeita, joiden kasvuaika on alle 100 päivää. Tämä merkitsee sitä, että lupiinin jalostuksessa on otettu uusi askel, ja kasvin viljelymahdollisuudet ovat nyt Pohjois-Euroopassa paremmat kuin 10-20 vuotta sitten, vaikka jo silloin lupiinia viljeltiin jonkin verran myös Pohjoismaissa. Lupiini kestää hyvin alhaisia lämpötiloja, mikä on palkokasveissa harvinainen ilmiö. Seitsemän pakkasasteen (Lupinus angustifolius) kestävä viljelykasvi on hyvin suositeltava siellä, missä on hallan vaara. Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan ko. lajin mahdollisuudet kestää hallaa ovat vielä paremmat.

On löydetty biotyyppejä, jotka kesti jopa  $-16^{\circ}\text{C}$ . Juuri tällainen seikka tukee lupiinin merkitystä viljelykasvina.

Lupiinin happamuudensietokyky ja sen typensidonta sekä viihtyminen ravintoköyhässä maassa ovat seikkoja, jotka antavat lupiinille erikoisaseman viljelykasvina. Tällaisia myönteisiä puolia on paljon enemmänkin ja ne on esitetty tässä työssä. Toisaalta on myös sellaisia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa kielteisesti lupiinin viljelyyn tulevaisuudessa. Useimmat tällaiset tekijät ovat itse kasvusta riippumattomia. On todettava, että nykyaikainen kemiallis-tekniikka maatalous ei oikein sovellu lupiinin viljelyyn. Runsas typpilannoitteiden ja herbisidien käyttö vaikuttavat negatiivisesti lupiinin kasvuun. Toisaalta samaiset syyt ja ylituotanto-ongelmat voivat myös vaikuttaa pehmeän teknologian käyttöönottoon. Lupiini on yksi ehdoton vaihtoehto siellä, missä kasvukausi sallii sen viljelyn. Pohjolassa ja myös Suomessa tämä on jo mahdollista. Palkokasvien valkuaistuotanto ja typensidonta ovat niin tärkeitä tekijöitä nykyisessä maataloudessa, että lupiinin viljelymahdollisuudet Suomessa kannattaa tutkia.

## LÄHTEET:

- AGARDH, C.A. 1835. Synopsis Generis Lupini. Lund.
- AKSELROD, D.M. 1937. Borba s plesen'ju pri jarovizacji ljupina. SOCJALISTICESKOJE ZEMLEDELIJE, No 85. Moskva.
- 1939. O metodike jarovizacji uzkolistnogo ljupina. Doklady VASHNIL, Vypusk 18. Moskva.
- ANISZEWSKI, T. 1985. Sinilupiini viihtyi Koillismaalla. Koetoim. ja käyt. 42:30.
- 1984a. Lupiini viherlannoituskasvina. MTTK.Tiedote 7/84. Jokioinen.
  - 1984b. Lupiinin viljely. Selostus Maa- ja metsätalousministeriölle opintomatkasta Puolaan 21.5. - 25.5.1984, pp.18.
  - 1984c. Lupiini viljelykasvina. Helsingin yliopisto. Kasvinviljelytieteen laitos. Tutkielma, pp.134.
  - & SIMOJOKI, P. 1984. Lupiinin viljely mahdollista Suomesakin. SUOMEN MAAT.TIET. SEURAN TIEDOTE NO 5. MAAT.TIET. PÄIVÄT, s. 187. Helsinki.
- ARAI, K., YAMAZAKI, M. & SUZUKI, T. 1978 Chemical Analysis of Constituents of Pearl Lupine (Lupinus mutabilis Sweet). JAPANESE JOURNAL OF TROPICAL AGRICULTURE No. 22 (1), s. 1-5. Tokyo.
- ASAROV, H.K. 1962a. Mnogoletnij ljupin kak siderat i značeniye fosforno-kalijnyh udobrenij pri ego vzdelyvanii. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 227-244. Moskva.
- 1962b. O vzaimnom vlijanii mnogoletnego ljupina i reakciji sedy. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN. s. 245-252. Moskva.
- ATABEKOVA, A.I. 1958. Botaniko-geografičeskije osobennosti roda. IZVESTIJA TIMIRJAZEVSKOJ SELSKO-HOZJAJSTVENNOJ AKADEMII No. 4, s. 49-54. Moskva.
- 1959. Botaničeskaja harakteristika roda Lupinus Tourn. BIULLETEN' GLAVNOGO BOTANICESKOGO SADA, Vypusk 33. Leningrad.
  - 1962. Materialy po sistematike ljupina. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 369-401. Moskva
  - & POLUHINA, N.F. & PUHALSKAJA, N.F. 1970. O prorostkah predstavitelej roda Lupinus (Tourn.) L. IZVESTIJA TIMIRJAZEVSKOJ SELSKO-HOZJAJSTVENNOJ AKADEMII No 2, s. 95-107. Moskva.
- BALLESTER, D., YAÑEZ, E., GARCIA, R., ERAZO, S. LOPEZ, F., HAARDT, E., CORNEJO, S., LOPEZ, A., POKNIAK, J. & CHICHESTER, C.O. 1980. Chemical Composition, Nutritive Value and Toxicological Evaluation of Two Species of Sweet Lupine (Lupinus albus and Lupinus luteus). JOURNAL OF AGRICULTURAL FOOD CHEMISTRY, Vol. 28, pp. 402-405.
- BARBACKI, S. 1952. Kubin. Warszawa.

- BARBACKIJ, S. 1959. Ljupin. Perevod s polskogo. Moskva.
- BARNETT, C.W. & BATTERHAM, E.S. 1981. Lupinus angustifolius cv. Unicrop as a protein- and energy-source for weaner pigs. ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY no. 6, pp. 27-34. Amsterdam.
- BATTERHAM, E.S. 1979. Lupinus albus cv. Ultra and Lupinus angustifolius cv. Unicrop as Protein Concentrates for Growing Pigs. AUSTRALIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH Vol., pp. 369-375.
- BECKER-DILLINGEN, J. 1929. Handbuch des gesamten Pflanzenbaues einschließlich des Pflanzenzüchtung. Berlin.
- BENTHAM, G. 1833-1859. Botanum Regnum.
- BOISSIER, E. 1872. Flora orientalis, no 2:29. Paris.
- BOZENOVA, M.I. 1936. Jarovizacija ljupinov. JAROVIZACIJA No 4. Moskva.
- BRIGGS, D.E. 1978. BARLEY. London.
- BURCZYK, H. 1958. Mieszanki owsa z Yubinem pastownym w uprawie na nasiona oraz uprawa Yubinu pastownego na nasiona w siewie mieszanym z Zytem jarym i jęczmieniem. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, t. 79. A-1. Warszawa.
- BYCZKOWSKI, A. & BATALIN, M. 1951-1955. Prace Działu Żywnienia Roślin i Nawożenia. Zeszyt 2. Warszawa.
- BYSZEWSKI, W. & SZKLARSKA, J. 1969. Wpływ opryskiwania i defoliacji na opadanie kwiatów Yubinu żółtego. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH POLISH AGRICULTURAL ANNUAL, tom 95, seria A, Zeszyt 2., s. 188-195. Warszawa.
- CANDOLLE DE, A. 1883. Origine des plantes cultivées. Paris.
- CERLETTI, P., RESTANI, P., DURANTI, M., MARIANI, A. & SEMINO, A. 1983. In vitro nutritional properties and the effect of bound carbohydrate and of conformation of the digestibility of globulins from lupin seeds. THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.) Perspective for Peas and Lupins as Protein Crops., pp. 308-321. The Hague/Boston/London.
- CHENIEUX, J.C., LEVILLAIN, P., MERILLON, J.M. & RIDEAU, M. 1983. Contribution to the measurement of quinozidinic alkaloids in lupin seeds. THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.) Perspectives for Peas and Lupins as Protein Crops., pp. 358-361. The Hague/Boston/London.
- CZERWIŃSKI, E., DOBRZAŃSKI, B., JAKUBIEC, A., MATELA, I., NEIKEN, S., NOWAK, H. & STELMACH, J. 1969. Nowoczesna uprawa roślin. Warszawa.

- DARLINGTON, C.D. & JANAKI AMMOL, E.K. 1945. Chromosome Atlas of Cultivated Plants. London.
- DEMINA, N.S. 1978. O sposobnosti svobodnoživuščih klubeni-kovyh bakterij k fiksaciji azota atmosfery. IZVESTIJA AKADEMII NAUK SSSR. SERIJA BIOLOGI-CESKAJA No. 3, s. 366-375. Moskva.
- DJUBIN, V.N. 1981. Ljupin. Bioklimatologija BOBOVYH i zlakovyh traw. s. 59-77. Leningrad.
- DOUGLAS, B. 1828-1861. Botanum Regnum.
- DURANTI, M. & CERLETTI, P. 1979. Amino Acid Composition of Seed Protein of Lupinus albus. JOURNAL OF AGRICULTURAL FOOD CHEMISTRY Vol. 27, pp. 977-978.
- DURANTI, M. & CERLETTI, P. 1983. Molecular properties and the composition of the globulins from lupin seeds. THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.) Perspectives for Peas and Lupins as Protein Crops, pp. 227-240. The Hague/Boston/London.
- ELMADFA, I., SCHOENEBERGER, H. & GROß, R. 1982. Qualitätsbeurteilung von Proteinkonzentraten und -isolaten aus dem Ölkuchen von Lupinus mutabilis. FETTE. SEIFEN. ANSTRICHMITTEL. 84. Jahrgang Nr. 2, s. 64-70.
- ERKAMA, J. 1972. BIOKEMIA 1. Gaudeamus
- FAO. 1970. Production yearbook. Vol. 24. Roma.
- FAO. 1971. Production yearbook. Vol. 25. Roma.
- FAO. 1972. Production yearbook. Vol. 26. Roma.
- FAO. 1973. Production yearbook. Vol. 27. Roma.
- FAO. 1974. Production yearbook. Vol. 28. Roma.
- FAO. 1975. Production yearbook. Vol. 29. Roma.
- FAO.IBPGR.SECRETARIAT.1981.Lupine descriptors. Rome.
- FEDOTOV, V.S. 1948. Bielyj ljupin i perspektivy ego kul'tury v SSSR. TRUDY PO PRIKLADNOJ BOTANIKE, GENETIKE I SELSKOMU HOZJAJSTVU. TOM 23, Vypusk 1. Leningrad.
- FIEDZIUSZKO, J., SZARZYNSKA, K. & SWIECICKI, W. 1982. Hodowla roślin. Warszawa.
- FILIMONOVA, L.N. 1962a. Razvitije kornevoj sistemy odnoletnego ljupina. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 65-86. Moskva.
- 1962b. Kornevaja sistema mnogoletnego ljupina. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 87-96. Moskva.
- FISCHER, A. & SENGBUSCH VON, R. 1935. Die Heimatgebiete von Lupinus albus, Lupinus luteus und Lupinus angustifolius. ZUCHER Nr. 7.
- FIZIOLOGICESKIJE OSOBNENOSTI KULTURNYH RASTENIJ 1964. Nauka : i Tehnika s. 81-90. Moskva.



- FORBES, I. & BURTON, G. 1966. Breeding blue lupine forage varieties for the South-Eastern United States. PROCEEDING 10th INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, pp. 708-711. Helsinki.
- 1967. Registration of Rancher lupine. CROP SCIENCE, Vol. 7, p. 278.
- GABIŃSKA, K. 1974. Zastosowanie preparatów chemicznych w uprawie roślin strączkowych. MIKOŁAJCZYK (ed.) Naślona roślin strączkowych zrodłem białka. Poznań.
- GATAULINA, G.G., PRIHOD'KO, V.A. 1983. Razvitije plodov i semjan u zernovyh bobovyh kultur, IZVESTIJA TIMIRJAZEVSKOJ SELSKO-HOZJAJSTVENNOJ AKADEMII no 1, s. 32-42. Moskva.
- GIBSON, P.R. & ALSTON, A.M. 1982. Hydrogen evolution in Lupinus angustifolius L. GIBSON, A.H. & NEWTON, W.E. Current perspectives in nitrogen fixation, p. 375. Canberra.
- GLADSTONES, J.S. 1958. Induction of mutation on the West Australian blue lupin (Lupinus digitatus Forsk.) by X-irradiation. AUSTRALIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH Vol. 9, pp. 478-482.
- 1970. Lupins as crop plants. FIELD CROP ABSTRACTS, Vol. 23, May, no 2, pp. 123-148. Commonwealth Agricultural Bureau, Franham Royal, Bucks, England.
- GRABSKI, W. 1904. Historia Towarzystwa Rolniczego. T. 11. Warszawa.
- GRIN, E.L. 1962. Smešannyje posevy kormovogo ljupina. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 341-350. Moskva.
- GROPP, H, & KETTE, W. 1854. Rubin nowa wošlina gospodarska. Posnan.
- GUKOVA, M.M. 1962. Vlijanije fosforno-kalijnyh udobrenij na urožaj i azotonakoplenije odnoletnih ljupinov. MAJSURJAN (ed.) LJUPIN, s. 211-226. Moskva.
- HACKBART, J. 1941. Züchtung und Anbau der Weißen Lupine. MITTEILUNGEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT Vol. 56. s. 774-776. Berlin.
- 1961. Die Genzentren der Gattung Lupinus in der neuen Welt und ihre Bedeutung für die Züchtung. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENZÜCHTUNG 46, s. 254-264.
- & TROLL, H.J. 1955. Einige Spontanmutationen von Lupinus luteus und Lupinus angustifolius. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENZÜCHTUNG, Band 34, Heft 4, Berlin.
- & TROLL, H.J. 1939. Lupinen als Körnerleguminosen und Futterpflanzen. HANDBUCH DER PFLANZENZÜCHTUNG. Band II. Berlin.
- & TROLL, H.J. 1956. Lupinen Körnerleguminosen und Futterpflanzen. HANDBUCH DER PFLANZENZÜCHTUNG Band IV. Berlin.

- & TROLL, H.J. & SENGBUSCH, R. 1935. Ist die Bitterstoffreiheit der Süßlupine gesichert. MITTEILUNGEN FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT, Heft 11, s. 231-233.
- HANELT, P. 1960. Die Lupinen. Zür Botanik und Geschichte landwirtschaftlich wichtiger Lupinenarten. Wittenberg Lutherstadt.
- HARRISON, J.E.M. & WILLIAMS, W. 1983. The Control of Alkaloid by Mutant Allele in *Lupinus albus* and *Lupinus angustifolius*. ZEITSCHRIFT FÜR PFLANZENZUCHTUNG, Vol. 90. s. 32-41. Berlin-Hamburg.
- HATZOLD, T. 1982. Chemische und Chemisch-Technische Untersuchungen zur Beurteilung von Lupinen (*L. mutabilis*) als Nahrungsmittel für den Menschen. Schwerpunkt: Lipid- und Alkaloidfraktionen. Giessen. Dissertation.
- HAUSKA, T. 1974. Uprawa roślin strączkowych w poplonach ścierniskowych. MIKOLAJCZYK (ed.) Nasiona roślin strączkowych źródłem białka, s. 118-130. Poznań.
- HELLRIEGEL, H. & WILFARTH, H. 1888. Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Graminen und Leguminosen. Berlin.
- HELLER, A. 1905a. The Nevada Lupines.  
- 1905b. The North American Lupines.
- HERINGA, R.J. 1983. Breeding Research on Peas (*Pisum sativum* L.) and (*Lupinus luteus*, *albus* and *mutabilis* L.) as Protein Crops in The Netherlands. THOMPSON & CASEY (ed.) Perspectives for Peas and Lupins as Protein Crops, s. 183-189. The Hague/Boston/London.
- HILL, G.D. & HORN, P.E. 1975. A preliminary evaluation of *Lupinus cosentini* in Canterbury. PROCEEDING OF AGRONOMICAL SOCIETY OF NEW ZEALAND, Vol. 5, pp. 5-7.
- HOHLBERG, W.H. 1682. Adelich Landleben.
- HOVE, E.I. & KING, S. 1979. Trypsin inhibitor contents of lupin seeds and other grain legumes. NEW ZEALAND'S JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH, Vol. 22, pp. 41-42.  
- & KING, S. 1978. Composition, protein quality, and toxins of seeds of the grain legumes *Glycine max.*, *Lupinus* ssp., *Phaseolus* ssp., *Pisum sativum*, and *Vicia faba*. NEW ZEALAND'S JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH, Vol. 21. pp. 457-462.
- HULEWILZOWA, I. 1951. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych za rozwój Łubinu. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Seria A, Tom 68, z. 2.
- IVANOV, N.P. 1932. Problema bazalkaloidnogo l'jupina. Moskva.

- KALER, L.B., SINDLER, S.G., MALJAVKO, Z.S. & RYTOVA, E.I. 1952. Ispolzovanije semjan i belka maloalkaloidnogo l'jupina dlja piščevyh celej. AKADEMIJA NAUK SSSR. BELKI V PROMYSLENNOSTI I SELSKOM HOZJAJSTVE. KONFERENCJA PO BELKU, s. 254-261. Moskva.
- KALLIO, P. (toim.) 1980. Kasvien maailma. Keuruu.
- KAUPPILA, R. 1983. Palkokasvien käyttö viherlannoituksessa. Use of legumes in green manuring. Suomen Itsenäisyyden Juhlavuoden 1967 Rahasto. Palkokasvit viljelykierrossa ja -seoksissa, s. 51-88. Helsinki.
- KAY, D.F. 1985. Lupinus - a Break crop of the Future? Hardi-rama. Sprayer and Plant Protection Magazine, Vol.3; p.22-23. DK-2600 Glostrup.
- KEPEL, W. 1952. Cechy morfologiczne łubinów waskolistnych (Lupinus angustifolius). Poznan.
- KESKISUOMALAINEN, 1984. Ehkäisyä lupiineista. 2.2.1984. Jyväskylä.
- KETTE, W. 1879. Om Lupinodling. Stockholm.
- & KÖNIN VON, C.E. 1891. Lubinenbau. Serradellabau. Berlin.
- KING, R.H. 1981. Lupin-seed meal (Lupinus albus cv. Hamburg) as a source of protein for growing pigs. ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY 6 (1981), s. 285-296. Amsterdam.
- KISZKURNO, Cz. 1975. Wpływ czasu kompostowania masy łubinowo-torfowej na jej pojemność sorpcyjną. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Seria A, tom 101, s. 137-146. Warszawa.
- KOTK. 1938. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 9.
- KOTK. 1939. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 4.
- KOTK. 1940. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 9.
- KOTK. 1941. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 8.
- KOTK. 1942. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 11.
- KOTK. 1943. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 16.
- KOTK. 1945. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 2.
- KOTK. 1946. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 12.
- KOTK. 1947. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 10.
- KOTK. 1948. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-TOMUS., s. 16.

- KOTK. 1949. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-  
TOMUS., s. 19.
- KOTK. 1950. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-  
TOMUS., s. 19.
- KOTK. 1951. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-  
TOMUS., s. 24.
- KOTK. 1952. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-  
TOMUS., s. 24.
- KOTK. 1953. = MTTK. KASVINJALOSTUSLAITOKSEN TOIMINTAKER-  
TOMUS., s. 17.
- KOZMINSKI, T. 1877. Encyklopedia Rolnictwa. Warszawa.
- KRASILNIKOV, N.A. 1949. Opređelitel bakterii i aktinome-  
tov. Moskva-Leningrad.
- KRASULINA, M.I. 1937. Jarovizacija ljupina. SELEKCIJA I  
SEMENOVODSTVO tom 4.
- KRONACHER, C. 1934. Grünfütterungsversuche mit der Süß-  
lupine der S.E.G. an Milchkühe. ZUCHTUNGSKUNDE  
Heft 9.
- & KLIESCH, J. & SCHUBERT, H. 1936. Vergleichende  
Anbau und Fütterungsversuche mit gelben und  
blauen Süßlupinen der S.E.G. ZUCHTUNGSKUNDE  
Heft 11.
- KUZZURA, N.K. & KUZZURA, M.N. 1984. Posevnyje kačestva i  
urožajnyje svoistva semjan belogo kornovogo  
ljupina pri raznyh prijomah agrotehnik. SE-  
LEKCIJA I SEMENOVODSTVO No. 1. s. 46-47. Moskva.
- LACASSAGNE, L. 1983. The limits of Lupin Seed Incorpora-  
tion in Broiler Diets (Lupinus albus var. Kalina).  
THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.) PERSPECTIVES  
FOR PEAS AND LUPINS AS PROTEIN CROPS, pp.  
365-374. The Hague/Boston/London.
- LADOWSKI, K. 1783. Dykcyonarz służacy do poznania histo-  
ryi naturalnej. Krakow.
- LARBIER, M. 1980. Valeur alimentaire du lupin doux, Lupi-  
nus albus L., chez la poule pondeuse. ARCHIV  
FÜR GEFLÜGELKUNDE Nr. 5, s. 224-228. Stuttgart.
- LASTOWSKI, W. 1926-1927. Sprawozdanie z działalności  
Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Bieniakoniach  
za lata 1926-1927.
- LENOBLE, M. 1983. Criteria and Methods in the Selection of  
L. albus. THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.).  
PERSPECTIVES FOR PEAS AND LUPINS AS PROTEIN  
CROPS, pp. 174-182.
- 1979. Objectives et méthodes de sélection du lupin  
blanc (L. albus II). LE SELECTIONNEUR  
FRANÇAIS. Nr. 27, s. 35-38.
- LIBKIND, V.M. 1931. Ljupin. Leningrad.

- LINDLEY, W. 1827. *Botanum Regnum*.
- LINNÉ VON, C. 1753. *Species Plantarum*. Stockholm.
- LOPEZ, A., POKNIAK, J. & CHICHESTER, C.O. 1980. Chemical Composition, Nutritive Value, and Toxicological Evaluation of Two Species of Sweet Lupine (Lupinus albus and Lupinus luteus). JOURNAL OF AGRICULTURAL FOOD CHEMISTRY, Vol. 28, pp. 402-405.
- LYSENKO, T.D. 1935. O rezultatah rabot po jarovizacii sel'sko-hozjajstvennyh rastenij. JAROVIZACIJA, Moskva
- MAATALOUDEN SANAKIRJA. 1958. Helsinki.
- MACKIEWICZ, Z. & BALCEREK, W. 1964. Defoliacja nasiennego łubinu żółtego. WYŻSZA SZKOLA ROLNICZA W SZCZECINIE. ZESZYTY NAUKOWE, Nr. 14., s. 74-77. Szczecin.
- MAJSURJAN, N.A. 1962a. Istorija kultury ljupina. MAJSURJAN (ed.) Ljupin, s. 11-47. Moskva.
- 1962b. Process okultivirovanija ljupina. MAJSURJAN, (ed.) Ljupin, s. 49-64. Moskva.
  - 1962c. Nekotoryje voprosy agrotehniki Ljupina. MAJSURJAN (ed.) Ljupin, s. 175-210.
  - & EDELSTEIN, M.M. 1962. Soderžanije i sostav alkaloidov u ljupina. MAJSURJAN (ed.), Ljupin, s. 317-340. Moskva.
  - & FILATOV, N.K. 1956. Priemy uskorenija sozrevanija ljupina, IZVESTIJA TIMIRJAZEVSKOJ SEL'SKO-HOZJAJSTVENNOJ AKADEMII, ss. 37-52. Moskva.
- MAZA ENCYKLOPEDIA ROLNICZA. 1964. Warszawa.
- MANGOLD, E. & COLUMBUS, A. 1938. Die Verdaulichkeit und biologische Wertigkeit (Eiweiss) der Samenkörner einer neuen gelben Süsslupine (Weiko) beim Schwein. LANDWIRTSCHAFT VERS.-ST. Vol. 139, s. 110-123. Berlin.
- MANNER, R. 1952. Den gula söt lupinen (Lupinus luteus) ökade alkaloidhalt och synpunkter på ökningens orsaker. MEDDELANDE FRÅN GULLÅKERS VÄXTFÖRÄDLINGSANSTALT, Nr. 9:10, s. 229-234. Haammenhögs.
- MELKÖNEN, E. & PALMGREN, K. 1985. Leppä ja lupiini typensitojina metsässä. SITRA Julkaisu 17, pp. 50. Helsinki.
- MERCIK, S. & MERCIK, T. 1974. Działanie azotu mineralnego na rośliny motylkowe uprawiane na glebach o różnym zakażeniu bakteriami brodawkowymi. (Mineral Nitrogen Effect on Legume Crops cultivated on Soils differantly infected with Nodule Bacteria). ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Seria A, Tom 100, s. 73-86. Warszawa.

- MIKOŁAJCZYK, J. 1974a. Łubin wąskolistny - odmiany i kierunki hodowli. MIKOŁAJCZYK (ed.) Nasiona roślin strączkowych źródłem białka, s. 71-81. Poznań.
- 1974b. Uprawa łubinu białego na nasiona. MIKOŁAJCZYK (ed.) Nasiona roślin strączkowych źródłem białka, s. 82-93. Poznań.
- & WRÓBLEWSKA, G. ANON. (=1982?). Nowe odmiany nasienne Łubinu wąskolistnego, ich właściwości, zastosowanie, technologia i rejony uprawy oraz warunki nabycia nasion. (Tezy). Samodzielna Pracownia Roślin Strączkowych w Przebędowie.
- MIRONENKO, A.V. 1975. Biohimija l'jupina. NAUKA I TEHNIKA, s. 17-35. Minsk.
- MOSKOVSKAJA SELSKOHOZJAJSTVENNAJA AKADEMIJA IM. K.A. TIMIRJAZEVA. 1962. L'jupin. Moskva.
- MTTK, KESKI-SUOMEN TUTKIMUSASEMA. LUPIINIKOKEET 1983. TULOKEET EI JULKAISTU.
- NAUKA I TEHNIKA. 1964. Fizjologičeskije osobennosti kulturnyh rastenij, s. 81-90. Minsk.
- NELKEN, D. & PAPROCKI, S. PAINOSSA (1984?). Zależność plonowania odmian Łubinu wąskolistnego od normy wysiewu. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Seria A. (Materiaali saatu prof. Paprockilta).
- NIKLEWSKI, M. 1964. Problemy nawozowe Pomorza Zachodniego. Zeszyty NAUKOWE WSR SZCZECIN. SEKCJA AGROCHEMII I ŻYWIENIA ROŚLIN, s. 3-20. Szczecin.
- NOWACKI, E. 1958. Badania nad syntezą alkaloidów w Łubinie. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH nr 2, s. 505-530. Warszawa.
- NOWOTNY-MIECZYŃSKA, A. & GOŁĘBIEWSKA, J. 1952. Niektóre problemy symbiotycznego wiązania azotu przez rośliny motylkowe. Warszawa.
- OLEJNIKOWA, T.V. & TITOV, P.F. 1954. Vyrasčivanije semjan l'jupina. Moskva.
- ONslow, M. 1931. The Principles of Plant Biochemistry. Part I. Cambridge.
- OTAVAN (1963) = Otavan iso tietosanakirja. 6/1963. Helsinki.
- PAPROCKI, S. 1974. Produkcja nasion roślin strączkowych na glebach lekkich, średniozwięzłych i zwięzłych. MIKOŁAJCZYK (ed.) Nasiona roślin strączkowych źródłem białka, s. 56-70. Poznań.
- & ZIELIŃSKI, A. 1966. Wpływ mieszanek strączkowo-zbożowych na plony i jakość resztek poźniwnych oraz ich następcze działanie na żyto. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Tom 90-A-4, s. 611-630. Warszawa.
- PARSCHE, F. 1940. Über die Kalkchlorose der Lupinen II. BODENKUNDE UND PFLANZENERNÄHRUNG, H. 19, s. 55-80. Berlin.

- PITKÄNEN, E. ANON. (=1939?). Lupiinien viljelystä. Tehnyt Erkki Pitkänen. Helsingin yliopisto. Tutkielma.
- PODKOWKA, W. 1978. Nowoczesne metody kiszzenia pasz. Warszawa.
- POMPEI, C. 1979. Conoscenze attuali sulle possibilità di impiego del lupino (*Lupinus ssp.*) nella alimentazione umana. (Present knowledge on lupin (*Lupinus ssp.*) use in human nutrition (cultivation, composition). RIVISTA DI AGRONOMIA, Vol. 13, pp. 55-60. Roma.
- 1983. The Role of Technology in Lupin Utilisation. THOMPSON, R. & CASEY, R. (ed.) Perspectives for Peas and Lupins as Protein Crops., pp. 344-356. The Hague/Boston/London.
- POTRESOVA, M.A. 1929. Glavnejšije itogi rabot pò selekcii uskolistnogo ljupina na Novozubkovskoj stancii. TRUDY VSESOJUZNOGO SJEZDA PO GENETIKE, SELEKCII, SEMENOVODSTVE I ŽIVOTNOVODSTVE, tom IV, Moskva.
- PRJANISNIKOV, D.N. 1945. Azot v žiznii rastenij i zemledelii. Moskva.
- PUUTARHALIITTO. 1983. Viljelykasvien nimistä. Helsinki.
- RAABE, A. & SENGBUSCH VON, R. 1935. Züchterisch wichtige Beobachtungen an einigen Lupinenarten. DER ZÜCHTER, H. 7. Berlin.
- RANTANEN, T. 1970. Eräiden lisärehukasvien menestymismahdollisuuksista. Eripainos Maaseudun Tulevaisuuden KOETOIMINTA JA KÄYTÄNTÖ -liitteestä n:o 12.
- REIFER, I. & KLECZKOWSKA, D. 1957. Badania nad synteza alkaloidów w Yubinie waskolitnym (*Lupinus angustifolius*). ACTA BIOCHIMICA POLONICA No. 2, Vol. IV. s. 135-144. Warszawa.
- ROSBERG, S. 1950. Halten bittra frön i gul söt lupin. Meddelanden från Statens Centrala Frökontrollanstalt, N:r 25, s. 46-49.
- SAMUL, J. & PAPROCKI, S. 1983. Wpływ nowożenia fosforowo-patasowego i ilość wysiewu na plon i wartość paszowa nasion Yubinu żółtego (Phosphorus-potassium fertilization and the sowing rate effect on the yields and fodder value of seeds of yellow lupine). ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH, Tom 105, Zeszyt 4, s. 43-158. Warszawa.
- SAPOZNIKOVA, K.V. 1935. Biohimičeskij analiz jarovizirujuščih sja semjan sinego ljupina. Moskva.
- 1937. Poševy jarovizovannogo sinego ljupina na polah kolhozov i opytnyh selskohozjajstvennyh stancij Zapadno-Sibirskogo kraja. TRUDY BIOLOGIČESKOGO INSTITUTA, Tom 3. Vypusk 1. Tomsk.

- 1938. Jarovizacija ljupina pri različnyh temperaturnyh uslovijah i vlijanije ih na biohimičeskije processy i vegetaciju rastenija. TRUDY BIOLOGICESKOGO INSTITUTA Tom 3, Vypusk 2. Tomsk.
  - 1939. Vlijanije wysušivanija na jarovizirovannyje semena sinego ljupina. TRUDY VORONQZSKOGO INSTITUTA BOTANICESKOGO OTDELA Tom 10, Vypusk 6. Voronež.
  - 1940. Vlijanie različnoj dliny perioda jarovizacii na razvitie ljupina. BIULLETEN' VORONEZSKOGO OBSCESTVA ESTESTVOZNANIJA. Tom 4, Vypusk 1.
- SARIC, O. & RAMOSEVAC, I. 1983. Value of White Sweet Lupin in Production of Protein Fodder and Feeding of Animals. SMITH (ed.) Proceedings of The XVI International Grassland Congress: Held at Lexington, Kentucky, USA, June 15-24. pp. 204-206.
- SARRES, DE, O. 1608. Theatre d'agriculture. Paris.
- SATHE, S.K., DESHPANDE, S.S. & SALUNKHE, D.K. 1982. Functional Properties of Lupin seed (Lupinus mutabilis) Proteins and Protein Concentrates. JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Vol. 47, pp. 491-497.
- SCHANDER, H. 1939. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jugendchlorose von Lupinus luteus von Aussenfaktoren in Sandkultur. BODENKUNDE UND PFLANZENERNÄHRUNG, t. 12, s. 71-84. Berlin.
- 1941. Untersuchungen über die Vorlagerung des Rektionsoptimums während der Entwicklung bei Lupinus luteus. BODENKUNDE UND PFLANZENERNÄHRUNG, t. 20, s. 129-151. Berlin.
- SCHOENEBERGER, H., SAM, O., GROSS, R., CREMER, H.D. & ELMADFA, I. 1981. Die Proteinqualität von Lupinus albus und Lupinus mutabilis. DIE NAHRUNG Nr. 25, 7, s. 667-674.
- SCHULTZ-LUPTTZ, W. 1881. Der Zwischenfruchtbau auf leichten Boden. Berlin.
- SENGBUSCH VON, R. 1942. Süßlupinen und Öllupinen. LANDWIRTSCHAFTLICHE JAHRBUCHER. Zeitschrift für den wissenschaftlichen Landbau, s. 71. 9-1003. Berlin.
- 1938. Die Vererbung der Eigenschaft "Nichtplatzen" von Stamm 3535 A (Lupinus luteus) und die Möglichkeiten der Züchtung von Süßlupinen mit nicht platzenden Hülsen. ZÜCHER, nr. 10, s. 219-220. Berlin.



- SIMONDS, D.H. 1980? Structure, Compositon and Biochemistry of Cereal Grains. POMERANZ, Y. (ed.) Advances in Cereal Science and Technology. Minnesota?.
- SMIRNOVA-IKONNIKOVA, M.I. 1952. Harakteristika rastitelnyh resursov zernovyh bobovyh kultur po količestvennomu i kačestvennomu sostavu belka. AKADEMIJA NAUK SSSR. BELKI V PROMYSLENNOSTI I SELSKOM HOZJAJSTVE, s. 334-351. Moskva.
- SMITH, C.P. 1938-1954. Species lupinorum. Saratoga. California.
- 1918 -1924. Studies in the genus Lupini. California.
- STEPANOVA, S.I. 1969. Istorija izučenija roda Lupinus (Tourn:) L. LIHONOS, F.D. (ed.) Sbornik Trudov Aspirantov i Molodyh Naučnyh Sotrudnikov. Vsesojuznyj Ordena Lenina Naučno-Issledovatel'skij Institut Rastenievodstva imeni N.I. Vavilova, s. 270-275. Leningrad.
- 1971. Vidovoj sostav kolekcii ljupina. BULLETEN' VSESOJUZNOGO ORDENA LENINA INSTITUTA RASTENIEVODSTVA IMENI N.I. VAVILOVA. Vypusk 17, s. 75-78. Leningrad.
- STRYER, L. 1981. Biochemistry. San Fransisco.
- STRZELECKI, A. 1896. O uprawie lubinu. Warszawa.
- STUCZYNSKA, J. 1968. Wstepne wyniki badan nad lubinem drobno-nasiennym (Lupinus elegans H.B.K.). ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH Seria A., tom 94., s.181-217. Warszawa.
- SYPNIEWSKI, J.O. 1925. O odmianach i rasach Lupinus angustifolius. PAMIETNIK PANSTWOWEGO INSTYTUTU GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO W PULAWACH, t.VI.
- SWIECICKI, W., KOPROWICZ, M. & NIJAKI, T. 1984. The Catalogue of Lupinus lines. pp.44. Poznan.
- & SWIECICKI, W.K. 1981. Rosliny straczkowe zrodlem bialka paszowego. Warszawa.
- SARAPOV, N.I. 1949. Ljupin. Moskva.
- SEIBE, Prof. 1958. Rastenijevodstvo. Moskva
- SILNIKOVA, V.K. & SIGUTA, V.A. 1978. Količestvennaja citohimija glikogena v kletkah klubenkovyh bakterij goroha i ljupina. IZVESTIJA AKADEMII NAUK SSSR. SERIJA BIOLOGICESKAJA no 3, s. 376-381. Moskva.
- TELLO, F.T., NAGATA, A. & SPIEGEL, W.D. 1980. Metodos de eliminación de alcaloides en la semilla de Lupinus mutabilis, Sweet. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION, Vol. XXX, Junio, no. 2, pp. 200-208.
- THOMPSON, L.G. & ROBERTSON, W.K. 1959. Effect of Rotations, Fertilizers, Lime and Green Manure Crops on Crop Yields And on Soil Fertility, 1947-1957. University of Florida Agricultural Experiment Station, Bulletin 614. Gainesville.

- TIETOKESKUS 1977 = Tietokeskus Spectrum 3/1977. Helsinki.
- VALLE, O. 1938. Lupiinikokeet. SIEMENJULKAISU. Tammisto.
- 1941. Sininen ja keltainen rehulupiini. KARJATALOUS  
n<sup>o</sup> 4, s. 1-7.
- VARIS, E. 1983. Palkokasvien esikasviarvo. Biologinen ty-  
pensidonta peltokasvien viljelyssä. Suomen  
Akatemian sopimustutkimuksen n<sup>o</sup>. 385 loppura-  
portti, s. 193-219.
- & HORSTIA, F. & IIVONEN, I. 1983. Palkokasvien esikas-  
viarvo. The precrop value of legumes. Suomen  
Itsenäisyyden Juhlavuoden 1967 Rahasto. Palko-  
kasvit viljelykierrossa ja -seoksissa, s. 1-26.  
Helsinki.
- WATSON, A. 1873. Revision of the extra tropical North  
American Species of the genus lupinus. California.
- & NASH, M.J. 1960. The conservation of grass and forage  
crops. Edinburg and London.
- WINCKEL, H. 1920. Die Lupine und ihre Bedeutung für Land-  
wirtschaft und Volksernahrung. Berlin.
- VORLÄNDER, K. 1911. Vanhan ajan ja keskiajan filosofian  
historia. Jyväskylä.
- ZALĘSKA, W. & ZALĘSKI, W. 1982. Plonowanie i wartość pokar-  
mowa roślin strączkowych zbieranych na zielo-  
na masę i nasiona. ROCZNIKI NAUK ROLNICZYCH,  
Seria A, Tom 105, Zeszyt 2, s. 129-141. Warszawa.
- ZUKOVSKIJ, P.M. 1929. K poznaniju roda Lupinus Tourn.  
TRUDY PO PRIKLADNOJ BOTANIKE, GENETIKE I SEL-  
SKOMU HOZJAJSTVU, Tom 21, Vypusk I. Leningrad.
- 1950. Kulturnyje rastenija i ih sorodiči. Moskva.

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallqödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetmetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.  
PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.
- I Typpi -ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
  - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
  - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa 1970 - luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISILÄ, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusainina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumipitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.

14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuustutkimus. 29 p.
15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
  
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet.  
Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-84.  
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.  
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.

